



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

MEDIDAS DE MEMORIA DE TRABAJO EN NIÑOS

T E S I S I N A
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADO EN PSICOLOGÍA
P R E S E N T A
MIGUEL ÁNGEL HERNÁNDEZ BALDERAS

ASESORES:

DR. JORGE BERNAL HERNÁNDEZ

DRA. GUILLERMINA YÁÑEZ TÉLLEZ

DR. JUAN MANUEL MANCILLA DIAZ



TLALNEPANTLA, EDO. DE MÉXICO

MAYO, 2006



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicatorias

A mi madre, ejemplo de lucha

A Concepción, mi segunda madre

A mi tío y primos, más que sangre

A Jorge, padre y amigo

A mis sobrinos, amor y futuro

A mi tía Teresa, valor y amor

A Zoara, pasado difícil, presente en las manos, futuro...?

A Cristina, amor profeso, cuál sirena no vara

A Javier y Alma, cómplices de la noche, amigos de toda la vida

A Hugo, amistad que no conoce el tiempo ni la distancia

y sí pregona sinceridad, confianza y amor

A Javier, con amor, sin olvido....

A todos ustedes gracias, y a Dios gloria por la bendición recibida, cuando los puso en mi camino.

Agradecimientos

Manifiesto de manera especial mi agradecimiento a la Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la Universidad Nacional Autónoma de México por la oportunidad de reconocer en ella la raza y el espíritu que hoy me enorgullece.

Gracias también a los profesores que me instruyeron, y a los compañeros con los que curse, pues con ellos me maravillo de la complejidad del ser humano.

Así mismo, reconozco los invaluable consejos para la realización de este escrito y las palabras alentadoras cuando el ánimo carecía, al Dr. Jorge, a la Dra. Guillermina y al Dr. Juan Manuel, que junto con maestros y alumnos del Laboratorio de Neurometría experimente el noble quehacer de la ciencia y la posibilidad de entender un poco más la relación, posiblemente más compleja del conocimiento humano, entre cerebro y conducta.

Y gracias también a quien de una manera u otra participaron en la labor de este escrito.

Dios Bendiga a la Universidad.

*Parece más incomprensible hablar de las capacidades, de las faltas y de las desigualdades de la memoria, que de cualquier otra de nuestras inteligencias.
¡La memoria es a veces tan retentiva, tan útil, tan obediente - y otras tan desordenada y tan débil - y otras nuevamente, tan tiránica, tan más allá del control!
"Nosotros aseguramos un milagro por cada posibilidad - pero nuestras facultades de recordar y olvidar hacen parecer peculiaridades lo que el pasado descubre".*

- Jane Austen, (Neath, 1998, p. 9)

ÍNDICE

INTRODUCCION

1. SISTEMAS DE MEMORIA	1
1.1. Estudio de la Memoria a Corto Plazo (MCP)	3
1.2. Codificación en la MCP	6
1.3. Procesos de Control en la MCP	8
1.4. Olvido en la MCP	10
1.5. Recuperación de la MCP	11
1.6. Memoria de Trabajo u Operativa (MT)	12
1.6.1. El Lazo Articulatorio o Fonológico	14
1.6.2. La Agenda Viso-Espacial	17
1.6.3. El Ejecutivo Central	18
2. CAMBIOS DEL DESARROLLO EN LA CAPACIDAD Y RAPIDEZ DE PROCESAMIENTO	20
2.1. Amplitud de Memoria	24
3. DIFERENCIAS INDIVIDUALES EN MEMORIA	27
3.1. Cambios en las Estrategias de Memoria Durante el Desarrollo	28
3.1.1. Deficiencias de Mediación, Producción y Utilización	29
3.1.1.1. Repaso	30
3.1.1.2. Organización	30
3.1.1.3. Elaboración	32
3.1.1.4. Recuperación	32

3.2. Diferencias Individuales en capacidad de MT	34
3.2.1. Estudio de la Memoria de Trabajo	35
3.2.2. Métodos de Evaluación de la Capacidad de la MT	36
3.3. Metodología	39
3.4. Resultados	39
4. TAREAS QUE MIDEN LA CAPACIDAD DE MT (<i>WORKING MEMORY SPAN TASKS</i>)	41
4.1. Modelo de Recursos Compartidos (<i>Resource-Sharing Model</i>)	43
4.2. Hipótesis de Cambio de Tarea (<i>Task-Switching Hypothesis</i>)	44
4.3. Perspectiva Basada en la Inhibición (<i>Inhibition-Based Account</i>)	48
4.4. Perspectiva del Control de la Atención (<i>Controlled-Attention View</i>)	49
4.5. Tareas que Miden Atención e Inhibición	55
CONCLUSIONES	59
REFERENCIAS	63

RESUMEN

La presente revisión de la literatura, intenta establecer cuál es la mejor tarea que determine la capacidad de memoria de trabajo (MT) en niños, la definición de dicha tarea, proveerá un mayor discernimiento de cuál (es) de ellas es la que mejor describe diferencias de desempeño, sobre la tarea, entre distintas poblaciones. Este trabajo comienza con una breve revisión de la estructura teórica que subyace al estudio del desarrollo de la memoria en los niños y las diferencias individuales (DI) que puedan presentarse en este proceso. Se destaca el efecto de factores como los temporales, carga de memoria, empleo de estrategias de memoria, rápido procesamiento, habilidad de almacenamiento, inhibición o supresión de información y mantenimiento del objetivo de una tarea sobre el desempeño de una tarea de capacidad de MT. A pesar de que en la literatura se consideran a las tareas revisadas aquí, como medidas de la capacidad de MT, se concluye que la utilidad de estas tareas como medidas diagnósticas de la capacidad de MT permanece limitada. El mayor argumento que sustenta esta conclusión, proviene de los resultados experimentales obtenidos de las dos principales perspectivas teóricas de MT. Una de ellas sostiene que la atención, y no la memoria, es la responsable de las diferencias individuales en la capacidad de MT. No obstante, los estudios bajo estas perspectivas permiten observar que, la capacidad de memoria de trabajo esta determinada tanto por factores atencionales como por recursos de memoria, que se deben tomar en cuenta al diseñar una medida de la capacidad de MT. Finalmente, concluyo que ante la falta de una tarea que exija demandas a los dos sistemas cognoscitivos y considere el efecto de variables tanto externas (tipo, modalidad y manipulación del estímulo etc.) como internas (tiempo y dificultad de procesamiento, carga de memoria, etc.) la posible opción es recurrir a la aplicación de medidas independientes de los procesos involucrados en memoria y atención.

INTRODUCCION

Memoria es la capacidad de codificar información del medio, almacenarla por breves períodos de tiempo o incluso por años y recuperarla para uso inmediato o posterior. Esta habilidad es fundamental para el funcionamiento cognoscitivo superior (comprensión, razonamiento, solución de problemas, lenguaje, etc.) además, está involucrada en la adquisición y desarrollo de varias áreas académicas (p.e. lectura, escritura, etc.); de igual forma, el proceso de aprendizaje requiere la participación de los sistemas de memoria.

Debido a la importancia que tiene la memoria para el funcionamiento cognoscitivo, una serie de factores que la afectan son estudiados asiduamente para conocer sus interrelaciones. Uno de los factores que más llaman la atención de los investigadores por la importancia que puede tener para la memoria, son las diferencias individuales (DI). La investigación en esta área se desarrolla en dos líneas, en la primera se intenta relacionar alguna medida de habilidad intelectual (*un test*) con una medida de algún proceso cognoscitivo (una tarea) con el objetivo de evaluar una teoría. Esta línea ha sido llamada de "correlatos cognoscitivos" (Pellegrino y Glaser, 1979). En el segundo caso, para estudiar una tarea cognoscitiva se intenta identificar diferentes formas en que los sujetos llevan a cabo una tarea con el objetivo de determinar los procesos que subyacen su ejecución. A esta aproximación se le conoce como de "componentes cognoscitivos".

Otra área de interés para los investigadores, es el estudio de los cambios en memoria relacionados con la edad. El estudio en esta área reconoce al menos, cuatro principales cambios que podrían presentarse en el período de la edad infantil a la edad adulta. Primero, se presenta un mejoramiento en la capacidad de la memoria, o en la rapidez de procesamiento, en segundo lugar, se desarrollan las estrategias de memoria, las cuáles podrían diversificarse y pueden ser usadas más frecuentemente, más efectivamente, más deliberadamente, o con más flexibilidad, a continuación, hay cambios en el conocimiento del niño sobre su propia memoria, de tal manera que ellos podrían regular su recuerdo más apropiadamente y, por último, un incremento en la cantidad de conocimiento sobre que tan aprovechable es su memoria (metacognición) (Meadows, 1993).

Paralelo al desarrollo de estas áreas de investigación, otra área de gran auge es el estudio de los individuos que exhiben pobre desempeño en habilidades de memoria, como los niños y adultos con problemas de aprendizaje (PA) quienes muestran dificultad al ejecutar tareas cognoscitivas y académicas complejas. Debido a ello, el mayor interés en el área de los PA es llevada a cabo, según Swanson, Cooney y O'Shaughnessy (1998) por tres motivos principales: 1) el funcionamiento de la memoria refleja todos los aspectos del aprendizaje (cognición aplicada); 2) al parecer los niños con PA necesitan de estrategias que contrarresten sus deficiencias en memoria y, por último, muchos de los programas de intervención cognoscitiva en estos niños están basados en los principios surgidos de la investigación en memoria.

Actualmente, se estudian los procesos biológicos, químicos y fisiológicos relacionados con la memoria, en diferentes poblaciones como niños, adultos y ancianos, con distintas poblaciones clínicas, e incluso con sujetos no humanos. El creciente interés por el estudio de los procesos de memoria, se debe, a que el establecimiento del paradigma experimental que describa de mejor manera DI y diferencias entre distintos tipos de poblaciones, permitiría definir los procesos cognoscitivos involucrados, la interacción entre ellos o las deficiencias que subyace el pobre desempeño de algunas poblaciones sobre esta clase de tareas. Además, como veremos más adelante, el desempeño de los sujetos en estas tareas, predice su desempeño en actividades cognoscitivas complejas.

Con una revisión de la literatura relevante, sobre las tareas de MT, intentamos establecer cuál (es) la mejor tarea que determine la capacidad de MT en niños, identificando las diferencias del desarrollo y diferencias individuales involucradas en la ejecución de dichas tareas, lo que posibilita contar con mejores herramientas para el estudio de los procesos cognoscitivos.

A continuación, se revisan brevemente algunos de los trabajos experimentales y supuestos teóricos que sustentan los actuales conocimientos sobre memoria.

1. SISTEMAS DE MEMORIA

Uno de los primeros modelos de memoria, lo propusieron Atkinson y Shiffrin (1968) quienes visualizaron la memoria, como una serie de almacenes que retienen los estímulos de forma distinta, por lo que a la memoria no se le consideraba como un proceso unitario, ya que al menos tres diferentes sistemas pueden ser identificados básicamente, por el intervalo de tiempo que retienen los estímulos. El primer aspecto es primariamente importante para la propia operación del procesamiento perceptual que incluye los mecanismos de reconocimiento de patrones. Este mecanismo se refiere a un sistema de memoria que mantiene una imagen detallada (por unas pocas milésimas de segundo) de la información sensorial que llega a un órgano particular de los sentidos. Este sistema de memoria es llamado almacén de información sensorial. Un segundo aspecto de memoria, que mantiene información por unos pocos segundos, es el sistema de memoria a corto plazo. Pero este sistema no es parecido al almacén de información sensorial (en el cuál la información ya está codificada y categorizada por los mecanismos de reconocimiento de patrones). Es en la memoria a corto plazo (MCP), donde se mantiene la información que se necesita temporalmente por unos pocos segundos (15 a 20 segundos) para repasarla, organizarla y almacenarla permanentemente. El tercer sistema es el de la memoria a largo plazo (MLP), donde el registro permanente de nuestras experiencias son retenidas. Esta memoria tiene esencialmente una capacidad ilimitada, por lo que el principal objetivo es el estudio de la organización de la información durante los procesos de almacenaje y las operaciones de búsqueda requeridas para recordar información después de un tiempo. Además de estos sistemas de memoria que mantienen información por distintas cantidades de tiempo, otros aspectos de la memoria están comprometidos con el control de la información (selección y supervisión de las operaciones de la memoria). Estos procesos de control determinan cómo la información es transferida entre las estructuras de memoria y también deciden las operaciones que van a ser llevadas a cabo por dicho sistema (Lindsay y Norman, 1977).

A pesar de que el modelo anterior parecía explicar el funcionamiento de la memoria, no era del todo aceptado por los investigadores, por lo que Craik y Lockhart (1972) concibieron una alternativa al modelo multialmacén, estos autores propusieron una conceptualización de la memoria en términos de procesos, donde sugieren

considerarla como el producto de diferentes tipos de análisis o procesos que se llevan a cabo sobre la información que recibimos del medio que nos rodea. Tales análisis se pueden considerar como una secuencia jerárquica de niveles de análisis de la información que comenzaría con un superficial procesamiento sensorial; (el cuál involucra análisis de rasgos sensoriales o físicos simples, los cuáles son altamente dependientes de las propiedades del estímulo; progresando a niveles semánticos y abstractos más profundos; p.e., el reconocimiento de una letra).

En estos niveles del procesamiento de la información, la memoria es visualizada en términos de los procesos necesarios para codificar y comprender la información entrante. El material a ser recordado es interpretado en el contexto de estructuras cognitivas del sujeto y la retención es conceptualizada como el resultado de la profundidad o el nivel en el cuál fue procesada la información entrante (Ornstein, 1978).

La anterior concepción se derivó de la intensa investigación en comunicación durante la segunda guerra mundial y la introducción de la metáfora de la computadora en la década de los 60's (Miller, Galanter y Pribram, 1960; cit. en Haberlandt, 1997). Los resultados de las investigaciones en el área de comunicaciones, principalmente en la transmisión de señales en canales de comunicación fueron extendidas a los humanos, al mismo tiempo, la metáfora de la computadora influyó en la psicología. La computadora acepta "entradas de información" y las transforma basándose en programas almacenados y así produce una salida de información simbólica. Por lo que se postuló, que el procesamiento de la información en humanos es similar al de las computadoras, pero en un nivel menos abstracto. De esta manera, una persona registra información, recodifica esta información en términos de su conocimiento, toma una decisión y produce una respuesta.

Así, la computadora se convirtió en una importante herramienta de investigación en psicología, sirviendo como un medio para la expresión de teorías y como un instrumento para evaluarlas. Pero más importante aún, por su capacidad de procesamiento y manejo de almacenaje comenzó a ser usada como un "modelo" de percepción, aprendizaje y memoria humana, lo que ha llevado a considerar a los seres humanos como sistemas de procesamiento de información altamente sofisticados (Ellis, Bennett, Daniel y Rickert, 1979).

El programa de una computadora, dentro de dicha perspectiva, sería análogo al sistema de memoria humano donde según la teoría original de Broadbent (1958) se asume que un programa maneja datos en una serie de etapas o niveles, selecciona la información apropiada y después la utiliza para realizar una secuencia de operaciones llamada "diagrama de flujo de información" que pasa a través de una serie de fases que van desde los sentidos hasta la memoria a largo plazo, se asume además que los procesos mentales no son instantáneos, cada uno de ellos consume tiempo y continua uno después de otro de una manera ordenada (Johnson-Laird, 1988; Wingfield 1988). Por lo anterior, se puede considerar que el sistema cognoscitivo humano está compuesto de una serie de distintos subsistemas separados de procesamiento de la información: sistemas perceptuales (que incluye el reconocimiento de patrones) sistemas motores o de salida, sistemas de memoria y sistemas internos de razonamiento y deducción que incluyen el pensamiento, la resolución de problemas y el lenguaje (Norman, 1981).

En este marco llamado "Niveles del Procesamiento de la Información", el sujeto es describable en términos de procesos computacionales (procedimientos de manejo de la información) es decir: un procesador central que manipularía la información, una memoria permanente y una memoria de trabajo que establece limitaciones al sistema además de contar con recursos globales limitados de atención (Riviere, 1987).

Hasta aquí se ha descrito la importancia que tiene la memoria para la adquisición, desarrollo y óptimo funcionamiento de la cognición humana y los modelos que intentan explicar las estructuras y procesos que subyacen a las habilidades mnemónicas. A continuación se expone la teoría y evidencia experimental surgida del estudio de MCP que estableció la base teórica y originó la actual conceptualización de MT

1.1. Estudio de la Memoria a Corto Plazo

Una vez que el estímulo procedente del medio ambiente ha sido procesado a cierto nivel en las memorias sensoriales (MS), y antes de entrar en la memoria a largo plazo (MLP), la información es transferida al sistema de memoria a corto plazo (MCP), estructura que ha sido considerada como el sistema de memoria que desempeña un papel preponderante en el funcionamiento cognoscitivo (Ruiz- Vargas, 1991).

El estudio de la MCP comenzó cuando Miller (1956) publica un artículo llamado "the magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information", estudio en el que determina la capacidad de la MCP, sustentándose en que es posible, en promedio, retener siete items separados de información en el almacén a corto plazo al mismo tiempo. Miller se basó en estudios en los cuáles los participantes escuchaban largas listas de palabras, dígitos o números y entonces ensayaban para recordar posteriormente tantos items como fuera posible. Los resultados demostraron que los participantes fueron invariablemente capaces de reportar de 5 a 9 items, lo cuál sugiere que este fue el máximo número de items que un participante podía retener en la MCP a la vez.

La unidad fundamental de la MCP, son los "chunks", un chunk puede ser una sola letra, cuando nos ocupamos en recordar solamente letras individuales, o puede ser un grupo de letras que forman una sola idea o palabra, dependiendo del material a recordar. En la MLP, podemos ser capaces de codificar un chunk dentro de más información, pero en la MCP es un entero indivisible. Por lo que es posible mantener cerca de siete palabras en la MCP aún cuando estas palabras puedan contener 30 o más letras individuales.

Esta noción de los chunks puede ser considerada como una estrategia que usamos frecuentemente para retener más información en la MCP (Purdy, 2001) por ejemplo, cuando intentamos recordar una serie de 12 letras, sería más fácil relacionar chunks e items conjuntamente y de esa manera recordar los chunks más bien que intentar recordar cada ítem individualmente. Si nos presentan 12 letras al mismo tiempo o en diferente orden, podría ser difícil recordar exactamente más de 7 de ellas; sin embargo, cuando las letras son presentadas en el siguiente orden es más fácil de retener el chunk: APEX, SHUT y FROG. Estas palabras son los 3 chunks de información y ello facilita la capacidad de la MCP; el uso de esta estrategia de chunking permite recordar las 12 letras sin dificultad.

Miller observó que el proceso de formar chunks (que él llamo "recodificación") es un proceso fundamental de la memoria –un poderoso medio para incrementar la cantidad de información que podemos procesar en un momento dado—. El proceso de

chunking puede ser visto también como una importante estrategia para sobrepasar la severa limitación de la amplitud de la MCP (Galotti, 1999).

Recientemente se ha considerado que no sólo la capacidad de la MCP es limitada por el número de items o chunks, pues también influyen otros procesos en determinar su capacidad, como el procesamiento fonológico. Schweickert y Baruff (1986, cit. en Galotti, 1999) subrayan que es el tiempo de pronunciación de un ítem (la cantidad de tiempo que se podría tomar para decirlo en voz alta, lo que afectaría la capacidad de MCP) siendo, en este caso, el repaso. Ellos sostienen que la MCP no es limitada por un número fijo de items, ya que lo mucho que una persona puede pronunciar en aproximadamente 1.5 segundos, también afectaría dicha capacidad

Naveh-Benjamin y Ayres (1986) llevaron a cabo un experimento basándose en el hecho de que los dígitos del 1 al 10 requieren diferentes tiempos de pronunciación dependiendo del lenguaje. En inglés, hay sólo palabras multisilábicas en los 10 dígitos, sin embargo en otras lenguas tales como el español, hebreo y árabe, más dígitos son multisilábicos y por lo tanto toma más tiempo pronunciarlos. Los resultados arrojaron que las medidas de dígito fueron más altas en 7 items para los inglés-parlantes, alrededor de 6.5 para los hispano-parlantes y hebreo-parlantes y menos de 6 para los árabe-parlantes. Esta declinación en la medida del dígito es paralela al incremento en el tiempo que toma pronunciar los dígitos en cada lengua. Por lo que, tanto el tiempo de pronunciación como el número items de información son relevantes para describir la capacidad de la MCP.

No obstante, no sólo el número de items o chunks a recordar y el procesamiento fonológico afectarían la capacidad de la MCP, ya que también factores como la codificación, y los procesos de control la afectan. Estos mecanismos se revisaran a continuación.

1.2. Codificación en la MCP

Dado, la naturaleza acústica de los procesos de repaso, se asume que todas las memorias son transformadas en códigos acústicos por el procesamiento a corto plazo (Purdy et al. 2001)

La evidencia de dicha suposición se fundamenta en un estudio que Sperling (1960) llevó a cabo para estudiar la capacidad de la memoria sensorial por medio del procedimiento de reporte parcial. Este autor presentó un largo conjunto de estímulos visuales (letras) y les pedía a los participantes reportar el estímulo blanco (p.e. E) ubicado en el conjunto. Los errores de los participantes, permitieron observar que las letras reportadas incorrectamente eran las que, casi siempre, tenía sonido parecido a la letra que había sido presentada –una E por una V, por ejemplo, pero rara vez una E por una F–, las cuáles visualmente se parecen pero sus sonidos son diferentes. Sperling sugirió que los errores en este paradigma, aparecen cuando la letra original no está lo suficientemente consolidada en la memoria sensorial visual, debido al breve intervalo de tiempo que permanece el estímulo en este almacén, para ser leída y si a esto le aunamos que los aspectos visuales del estímulo decaen rápidamente, los participantes deben transformar este estímulo en un código acústico para el procesamiento a corto plazo. Esto, según él, fueron las bases para los errores de confusión acústica que los participantes frecuentemente hicieron. Estos errores basados en el sonido fueron por lo tanto un producto de la codificación a corto plazo y no de la memoria sensorial.

Conrad (1964) mostró, con más claridad, evidencia experimental de que en el almacén a corto plazo, se retienen los materiales de acuerdo con factores asociados al sonido de los ítems. En su experimento, los sujetos tenían que escribir las letras que oyeran contra un fondo de ruido blanco, el cuál impedía escuchar fácilmente el material verbal. Cuando los sujetos cometieron errores (al escribir incorrectamente las letras que habían escuchado) dichas letras sonaban en forma parecida a los *items* presentados, por ejemplo, el sujeto podía escribir b, p o d cuando se pronunciaba t.

En su segundo experimento de memoria, Conrad presentó las letras de forma oral, sin el fondo de ruido blanco y se aseguró que los sujetos no tuvieran dificultades perceptuales para distinguir las letras que oían. Cuando se les pidió a los sujetos recordar las letras, se observó que las fallas al recordar eran semejantes a los errores perceptuales del primer experimento. La evidencia de tales confusiones acústicas indicó que la información se procesa de acuerdo las características sonoras del estímulo.

No obstante lo anterior, existe evidencia de que los estímulos se codifican en la MCP no necesariamente de acuerdo a sus características acústicas. Baddeley (1966) presentó listas de palabras acústicamente semejantes y otras que eran semejantes en significado. Baddeley encontró que mientras la semejanza acústica causaba grandes decrementos en la fase de recuerdo, las listas de palabras que eran semánticamente semejantes fueron recordadas de modo casi igual que otras listas similares, en las que los significados de las palabras no estaban relacionados.

Por otra parte, se llevaron a cabo estudios que emplearon el recuerdo a corto plazo de figuras geométricas (Glanzer y Clarck, 1962; cit. en Purdy et. al; 2001) los cuales demostraron, que el recuerdo de las figuras depende más de los nombres dados a las figuras, que de las formas de las mismas figuras, lo que sugiere que los humanos transforman el estímulo visual en códigos acústicos para el procesamiento a corto plazo.

Otros estudios mostraron que la codificación con base en aspectos visuales puede ser más importante en determinadas condiciones que los estímulos acústicos, o que el procesamiento de estos estímulos podría llevarse a cabo primero que el de los visuales.

Por ejemplo, la gente congénitamente sorda manifiesta procesamiento a corto plazo, lo que revela que podemos ser capaces de usar códigos a corto plazo de otra clase, porque si se es sordo desde el nacimiento es imposible usar códigos acústicos para procesar (Purdy et. al; 2001)

Conrad (1972) examinó la retención de letras a corto plazo con participantes sordos encontrando que éstos, tienen errores basados en confusiones visuales y no sobre la base de similitudes acústicas, lo que sugiere que los individuos sordos usan códigos visuales durante el procesamiento a corto plazo.

Los anteriores resultados fueron confirmados en una serie de experimentos conducidos por Posner (1969; Posner, Boies, Eicheinan & Taylor 1969; Posner & Mitchell 1967; cit en Purdy et. al; 2001) en donde a los participantes les mostraron un par de letras separadas por un intervalo de tiempo. La tarea consistía en decir, tan rápidamente como fuera posible, la condición de si dos letras tienen el mismo nombre.

Por ejemplo, los participantes respondieron "la misma" al par A-A o al par A-a y "diferente" al par A-B. Los datos más interesantes provenían de los tiempos de reacción de los participantes en tomar la decisión "misma" o "diferente".

Posner encontró que los participantes respondieron más rápidamente cuando las letras fueron físicamente idénticas (por ejemplo, A-A o b-b) pero los tiempos de reacción fueron más tardíos para las pruebas que requerían una respuesta de "diferente" y para las pruebas en las cuáles las letras tienen el mismo nombre pero visualmente distintas (por ejemplo, A-a o b-B) Posner atribuyó estas diferencias en los tiempos de reacción a las diferencias en la codificación de las letras en los distintos tipos de pruebas. Sugiere además que cuando las letras son físicamente idénticas, los participantes pueden usar un código visual del estímulo para determinar si las letras tienen el mismo nombre, sin embargo, cuando las letras no son físicamente idénticas, los participantes trasladan el código visual en código acústico para decidir si son o no la misma por lo que esta traslación, requiere de más tiempo. De esta forma, un participante responde más rápido al par A-A que al par A-a porque el primer par puede ser igualado sobre las bases de códigos visuales y el segundo requiere alguna transformación de codificación visual a la acústica.

1.3. Procesos de Control de la MCP

Atkinson y Shiffrin (1968) visualizan la MCP como el sitio para manipular conscientemente la información, de lo cuál va a depender el destino de la misma. Ellos asumen que la forma en como es manipulada la información determina como ésta, será codificada y si va a ser almacenada permanentemente. Atkinson y Shiffrin llaman a estas manipulaciones conscientes, procesos de control.

El repaso que un sujeto lleva a cabo sobre cierta información conduce a mantenerla en la MCP o a transferirla a la MLP y la falta de este puede conducir a un rápido olvido.

La evidencia de la anterior afirmación proviene de estudios llevados a cabo por Bjork (1989; 1975; 1972; Geiselman, 1975; cit. en Purdy, et. al., 2001) que confirman la existencia de al menos un tipo de repaso. En estos trabajos, a los participantes se les

presentaba un gran número de *items* y se les indicaba que tenían que retener determinados *items* blanco en la memoria (p.e. los estímulos al final de cada conjunto) y olvidar los otros. Después de visualizar muchos *items*, a los participantes se les daba un test de retención sorpresa (al inició del experimento no se comunicó a los participantes la aplicación de esta prueba). Con lo que pudo observarse que los participantes fueron incapaces de recordar los *items* a ser olvidados. Esto sugiere que los sujetos pueden repasar *items* solamente para conservarlos pero sin que este repaso conduzca automáticamente a almacenarlos en la MLP, a dicho proceso de control se le conoce como "repaso de mantenimiento"

Un estudio llevado a cabo por Bjork y Jongeword (1975; cit. en Purdy, et. al., 2001) muestra resultados similares sobre el repaso de mantenimiento y confirma la existencia de un segundo tipo de repaso. En el experimento, a los participantes se les presentó una secuencia de conjuntos de 6 palabras. Se repasaba cada conjunto por 20 segundos, inmediatamente después se les aplicaba un test de retención. Un grupo de participantes fue instruido para conservar cada conjunto inmediatamente después del test de retención. Otro grupo fue instruido para conservar todos los conjuntos en la memoria aún después de la evaluación. Cuando todos los conjuntos habían sido presentados y evaluados, otro test de retención sorpresa fue dado para todos los conjuntos de palabras.

Bjork y Jongeword, observaron que los dos grupos se desempeñaron igualmente en el test de retención inmediata. Sin embargo en el test de retención sorpresa los grupos difirieron dramáticamente. El grupo al que se les pidió que retuvieran todos los *items* se desempeño muy bien en este test, contrario al grupo al que se les pidió que olvidarían las palabras, estos participantes mostraron muy pobre recuerdo aún cuando inicialmente ellos habían retenido las palabras por el mismo período de tiempo que los participantes en el otro grupo.

Debido a que en el experimento, el tiempo de repaso fue el mismo, los resultados sugieren que los dos grupos debieron haber repasado las palabras en diferentes formas. Un grupo aparentemente repasó las palabras únicamente para conservarlos por un período breve de tiempo. El otro grupo al parecer manejó su repaso para asegurar que las palabras fueran codificadas y almacenadas en la MLP. Como ya

mencionamos, el primer tipo de repaso ha sido llamado de mantenimiento y el segundo es conocido como elaborativo o de elaboración (Craik y Watkins, 1973; cit. en Purdy et. al; 2001).

Esta evidencia sugiere que los procesos de control son de carácter consciente y los que, además son dependientes de las demandas de la tarea, determinando que tipo de repaso es necesario para el inmediato o mediato posterior recuerdo de la información. De tal conclusión, se puede observar que la función principal del repaso, es evitar el deterioro de la información almacenada en la MCP

1.4. Olvido en la MCP

En la década de los 60`s se crea una gran polémica sobre si el olvido en la memoria a corto plazo ocurría debido a la interferencia o al decaimiento (Howe, 1979). Esta última teoría dicta que nosotros olvidamos simplemente porque dejamos de repasar la información puesto que la MCP tiene una capacidad limitada y la información contenida en ella solo puede ser mantenida por constante repaso.

La teoría de la interferencia, por otra parte, sostiene que el fenómeno del olvido ocurre cuando nuestro repaso es interrumpido por estímulos nuevos o entrantes (input) que interfieren con nuestra habilidad para recordar la información.

Estas dos teorías son consistentes con el modelo de memoria de Atkinson-Shiffrin (1968) que hipotetiza que el olvido ocurre vía dos mecanismos: primero, que en la ausencia de repaso, las memorias desaparecen o decaen del almacén a corto plazo. Segundo, que como el almacén a corto plazo tiene una capacidad limitada, se asume que las memorias pueden ser desplazadas o empujadas fuera por la información entrante.

La evidencia que sostiene la noción de que el olvido en la MCP surge del decaimiento proviene del uso de una metodología conocida como el paradigma Brown-Peterson (1959) en donde se les daba a los sujetos un solo trigramo como: RZL, presentado acústicamente y se les pedía recordarlo después de un breve intervalo de retención. Los intervalos de retención usados en este experimento variaron entre 0 y 18 segundos. El objetivo del experimento era determinar que tanto un participante podría

retener el trígama en la MCP, si el trígama no era repasado. Por tal motivo, para prevenir el repaso, a los participantes se les presentó un número de 3 dígitos inmediatamente después del trígama y se les pidió contar de 3 en 3 hacia atrás a partir de ese número en voz alta.

Los resultados de este estudio indicaron que la retención del trígama decrementa rápidamente a medida que el intervalo de retención es más amplio. El intervalo de retención es excelente usando un intervalo de 0 segundos. Después de un intervalo de 18 segundos, sin embargo, el recuerdo del trígama ocurre solo en cerca del 10 % de los trigramas.

1.5. Recuperación de la MCP

En este proceso, normalmente se emplean los términos recuerdo y recuperación, los cuáles podrían ser confundidos como sinónimos por lo que sería conveniente hacer una distinción conceptual entre ellos. Desde luego, estos términos están íntimamente relacionados, ya que no se puede recordar la información sin recuperarla; sin embargo, los materiales pueden recuperarse sin reproducirlos deliberadamente, como cuando se usa una prueba de reconocimiento.

El problema principal en la recuperación, consiste en localizarla y tener acceso a la misma, más que retirar la información codificada o una copia de ella del almacén, sin embargo, es posible que la información en el almacén a corto plazo pueda perderse por completo o que no ocurra una pérdida completa de las huellas de los materiales si han alcanzado el sistema a largo plazo, lo cuál es posible solo con una combinación de factores como el modo preciso en que la información es almacenada, las características del sistema de recuperación y las señales de recuperación de que dispone el sujeto para localizar la información.

Las herramientas que se utilizan para medir la recuperación de alguna información almacenada consisten en pruebas de recuerdo y reconocimiento, que están basadas en la discrepancia entre lo que está retenido en la memoria y lo que puede recordarse. Con frecuencia la información que no se puede recordar, quizá sea identificada mediante una tarea de reconocimiento.

McNulty (1965, 1966; cit. en Howe, 1979) ha sugerido que una razón para las diferencias entre las puntuaciones del recuerdo y el reconocimiento puede ser que las pruebas de reconocimiento resultan sensibles a la retención parcial, mientras que las pruebas de recuerdo miden solamente ítems que han sido totalmente aprendidos.

Con el desarrollo de toda la investigación antes expuesta, se originaron nuevas preguntas sobre los procesos que tienen lugar en la memoria, lo que permitió la creación de nuevos paradigmas de estudio. El primero de ellos, llamado "Memoria de Trabajo u Operativa" fue diseñado para responder a la interrogante sobre la capacidad de MT, para tal efecto se basó en los estudios previos sobre MCP.

El concretar la capacidad de MT, permitiría establecer las diferencias individuales (DI) en memoria y permitiría, responder a muchas interrogantes en otras áreas de investigación. Por tal motivo, desde mediados de la década de 1970 es llevada a cabo una intensa investigación con el objetivo de especificar tal capacidad. A continuación, se desglosa los estudios más importantes que intentan determinar la capacidad de MT.

1.6. Memoria de Trabajo u Operativa (MT)

Aunque en el modelo de memoria humana de Atkinson y Shiffrin (1968) se le atribuía a la MCP el papel de un sistema que ejecuta, coordina y controla operaciones de las que depende la adquisición y recuperación de conocimientos, dicha atribución carecía de sustento experimental, por lo que Baddeley y Hitch (1974) decidieron estudiar el supuesto principal de la MCP: Su capacidad limitada, para ello emplearon una metodología llamada de la "tarea dual" que consistió en evaluar la capacidad de sus participantes para llevar a cabo tareas que dependen de la MCP al mismo tiempo que retienen algún tipo de material. Para ello, llevaron a cabo una serie de experimentos en los que se les presentaba a los sujetos secuencias de dígitos para su recuerdo inmediato mientras estaban ejecutando una tarea de razonamiento, comprensión o aprendizaje. La cuestión principal en este caso era que para mantener los dígitos en la MCP se necesitaba una cierta cantidad de procesamiento. Si la MCP se sobrecarga con un número elevado de ítems (por ejemplo, seis dígitos) el mantenimiento de éstos

consumirá los suficientes recursos atencionales como para deteriorar la ejecución de otra tarea.

Los resultados obtenidos por Baddeley y Hitch (1974) mostraron que tanto en la ejecución de la tarea de amplitud de memoria como en la de razonamiento está implicado el mismo sistema de capacidad limitada debido a que, a mayor carga concurrente de dígitos (de 2 a 8) que posteriormente tenían que recordarse, la ejecución de la tarea de razonamiento se deterioraba o se impedía.

Esta compensación o interjuego (*trade-off*) entre la ejecución de una tarea cognoscitiva compleja (razonamiento, comprensión o aprendizaje) y la carga concurrente del almacén a corto plazo sugiere que la interferencia se produce en un "lugar de trabajo" de capacidad limitada que puede ser asignado flexiblemente tanto para almacenar como para procesar información (Ruiz-Vargas, 1991)

De esta manera, Baddeley (1986; Baddeley y Hitch, 1974) propusieron una alternativa al modelo de MCP de Atkinson y Shiffrin (1968) llamado "Working Memory" (Memoria de Trabajo u Operativa) basándose en las características del almacén a corto plazo que hasta entonces se habían investigado experimentalmente: la información que es almacenada es también procesada en ese sistema y el que, además, cuenta con una capacidad limitada de información.

Actualmente, el término Memoria de Trabajo (MT) es usado para referirse a la maquinaria interna que colectivamente selecciona información manteniéndola en estado activo y que subyace a la mayoría del funcionamiento psicológico (Baddeley, 1992; 1986; Baddeley y Hitch, 1974). De esta manera, la memoria de trabajo es un sistema cerebral que almacena y manipula información, como sea necesario, para llevar a cabo una variedad de tareas cognoscitivas complejas.

El modelo de Baddeley puede ser considerado como una extensión del modelo de Atkinson y Shiffrin puesto que no lo contradice ni reemplaza, además de que consideran a la memoria a corto plazo como una memoria de trabajo, un sistema que manipula y retiene temporalmente información. Atkinson y Shiffrin, al igual que Baddeley piensan en la memoria a corto plazo como un medio de retención y

procesamiento de la información que esta al servicio del aprendizaje y el pensamiento. Sin embargo, a diferencia de Atkinson y Shiffrin, Baddeley no considera a la memoria de trabajo como un sistema unitario (Purdy, 2001).

Baddeley (1986) visualiza su modelo de memoria de trabajo como un conjunto de sistemas que interactúan y trabajan en conjunto, pero funcionalmente separados. Dicho modelo estaría compuesto de dos sistemas separados de modalidad específica, uno basado visualmente y el otro basado fonológicamente, los cuáles estarían conectados a su vez por un sistema ejecutivo o atencional.

Entonces se considera al sistema de memoria de trabajo como un sistema multicomponente, puesto que esta conformado de tres subsistemas: el loop articulatorio, la agenda viso-espacial (sistemas esclavos) y el ejecutivo central (sistema coordinador).

El loop articulatorio o fonológico es el subsistema auditivo que retiene información en un formato acústico, por otra parte, la agenda viso-espacial es el subsistema que se encarga de retener información en un código visual; por último, el ejecutivo central es el sistema que realiza las funciones de control, destina los recursos atencionales y dirige el repaso (Purdy, 2001).

1.6.1. El Loop Articulatorio o Fonológico

El loop fonológico tiene dos componentes principales: el almacén fonológico y el proceso de control articulatorio, el primero es un almacén de memoria que puede retener información basada en el habla por un corto período de tiempo. Se presume que los trazos en el almacén desaparecen y decaen entre 1 y 2 segundos, después de los cuáles ya no son útiles. El segundo componente es responsable de dos diferentes funciones: puede transformar información visual en un código basado en el habla y depositarlo en el almacén fonológico; y puede también renovar un trazo en el almacén fonológico, contrarrestando los procesos de decaimiento. Una de las suposiciones fundamentales de la memoria de trabajo es que el proceso de control articulatorio controla el repaso subvocal y es análogo al repaso descubierto, donde los sujetos pueden decir el ítem en voz alta. La cantidad de información que puede ser retenida es por lo tanto un interjuego entre la tasa de decaimiento (la cuál es fija para un tipo de ítem

dado) y la tasa de repaso cubierto (la cuál puede variar). Si el repaso de un ítem particular no ocurre en una cierta cantidad de tiempo, el trazo de memoria para ese ítem habrá decaído lo suficiente como para dejar de ser útil. El loop articulatorio fue diseñado para explicar cuatro descubrimientos básicos: el efecto de similitud fonológica, el efecto de supresión articulatoria, el efecto del habla no atendida o irrelevante y el efecto de la longitud de las palabras (Baddeley, 1994; 1992; 1986).

El Efecto de Similitud Fonológica. Se refiere al descubrimiento de que la memoria es peor para los items parecidos acústicamente que para los items que difieren (Baddeley, 1966; Conrad, 1964). Por ejemplo, la secuencia PGTC D es peor recordada que la secuencia RHXKW por que la primera secuencia comparte sonidos similares. El efecto de similitud fonológica ocurre tanto para la presentación visual como auditiva porque, de acuerdo a la perspectiva de la memoria de trabajo, los items son retenidos en un código basado en el habla en el almacén fonológico. Si los items son presentados en voz alta, acceden de inmediato en el almacén por que están en un código basado en el habla. Sin embargo, si los items son presentados visualmente, es necesario transformarlos en un código fonológico por el proceso de control articulatorio.

Una hipótesis de la propuesta de MT es que si de alguna forma se impide que los ítems presentados visualmente sean transformados por el proceso de control articulatorio, entonces el efecto de similitud fonológica desaparecería para estos ítems debido a que estos ítems no pueden ser traducidos en un código apropiado para depositarlos en el almacén fonológico. Una forma de prevenir esta transformación es por medio de la supresión articulatoria.

El Efecto de la Supresión Articulatoria. Murray (1968) demostró que si a los sujetos se les impide el repaso subvocal pidiéndoles que articulen repetidamente alguna palabra irrelevante, como el artículo *el*, esto ocuparía el proceso de control articulatorio. Este proceso es necesario tanto para la articulación cubierta como descubierta por lo que se evitaría el repaso cubierto y sin éste, la información visual no puede ser traducida en un código fonológico y tampoco puede ser colocada en el almacén fonológico, además de que esto eliminaría el efecto de similitud fonológica. Los ítems auditivos, por otra parte, tienen acceso directo al almacén fonológico por que ellos no necesitan ser transformados.

El Efecto del Habla no Atendida o Irrelevante. Colle y Welsh (1976) trabajaron con dos grupos de sujetos a los que se les pidió recordar consonantes presentadas visualmente, uno de los grupos observó las consonantes mientras algún tipo de habla irrelevante se escuchaba de trasfondo, en tanto el otro grupo no escuchó nada. Los sujetos que escucharon el habla irrelevante mostraron un pobre desempeño al momento de la prueba de recuerdo. Esto ocurre por que los fonemas del habla irrelevante entran en el almacén fonológico e interfieren con la información de los ítems presentadas visualmente. Además, en primer lugar, se puede presuponer que la supresión articulatoria debería remover el efecto del habla irrelevante porque la articulación va a prevenir que los ítems presentados visualmente entren al almacén fonológico. Sin embargo, el habla irrelevante puede entrar todavía al almacén, mientras que los ítems a ser recordados no. En segundo, dado que la base de la interferencia es al nivel de fonemas no debería importar si el habla irrelevante es un solo fonema o una palabra multisilábica: lo que sí es importante, es la similitud de los fonemas del habla irrelevante con los fonemas de los ítems a ser recordados. Y en tercer lugar, los ítems no basados en el habla, como los tonos, no deberían producir un efecto del habla. Dichas hipótesis fueron confirmadas por Salamé y Baddeley (1982, cit. en Neath, 1998).

El efecto de la Longitud de las Palabras. Se refiere al descubrimiento de que las palabras cortas como (Cuba, Grecia, etc.) son mejor recordadas que las palabras largas como (Checoslovaquia, Nicaragua, etc.). Mackworth (1963, cit. en Neath, 1998) fue quien primero reportó la alta correlación entre la tasa de lectura y amplitud de memoria. En sus resultados encontró que la cantidad reportada por los sujetos fue proporcional a la rapidez con la que se reportaban los ítems de forma individual. Watkins (1972) y Watkins y Watkins (1973, cit. en Neath, 1998) reportaron efectos de la longitud de las palabras como una función de la modalidad y posición serial tanto en recuerdo libre como serial, en cualquiera de los casos, las palabras de una sílaba fueron mejor recordadas que las palabras de cuatro sílabas.

Baddeley, Thompson y Buchanan (1975, cit. en Ruiz-Vargas, 1991) exploraron sistemáticamente el efecto de la longitud de las palabras en términos de tiempo de pronunciación. Su trabajo demostró que aún cuando los ítems son igualados en significado y frecuencia de palabras, si un conjunto de palabras toma menos tiempo para

pronunciarlas que otro, la memoria es mejor para los ítems cortos. Sus resultados demostraron que, a medida que incrementaba el número de sílabas en las palabras, la proporción de palabras que podían ser recordadas disminuía. Sin embargo, en un estudio posterior, comprobaron que este efecto no depende tanto del número de sílabas sino del tiempo necesario para decir una palabra. En otro estudio, Ellis y Hennelly (1980, cit. en Ruiz-Vargas, 1991) confirmaron los resultados anteriores al encontrar por que los puntajes normales de la amplitud de dígitos en la versión galesa del WISC eran consistentemente más bajos que en la versión inglesa: los dígitos necesitan más tiempo para articularse en galés que en inglés.

Con base en tales resultados, se ha asumido que el efecto de la longitud de las palabras refleja el proceso activo del repaso articulatorio y la amplitud de memoria se considera, por lo tanto, como una función conjunta del tiempo que tarda en desvanecerse una huella de memoria en el almacén fonológico y la velocidad con la que puede restablecerse por el repaso. Como las palabras cortas pueden repetirse más rápidamente que las palabras largas, la amplitud de memoria aumenta con las palabras cortas y disminuye con las palabras largas.

Actualmente se considera, que el loop articulatorio es el principal responsable del aprendizaje fonológico, e igualmente se ha señalado su importancia en el proceso de la lectura, por ejemplo, Daneman (1987; cit. en Ruiz-Vargas, 1991) ha señalado que el lazo articulatorio no es necesario en la lectura fluida, pero si puede tener un importante rol en el proceso de aprendizaje de la misma.

1.6.2. La Agenda Viso-Espacial

Este sistema es el encargado de manejar tanto información espacial como visual al desempeñarse de forma parecida al loop articulatorio. Sin embargo, sus características aún no están bien definidas, debido a que gran parte del trabajo experimental sobre la agenda viso espacial ha estado enfocado principalmente en demostrar la existencia del sistema (documentando la presencia de un trazo viso-espacial) más bien que delineando su capacidad de almacenaje o propiedades de olvido (Ruiz-Vargas, 1991).

El experimento prototípico que llevan a cabo dichos trabajos consiste en pedirles a los participantes formar y mantener imágenes visuales mientras llevan a cabo alguna tarea que exige procesamiento espacial, verbal o visual. Por ejemplo, en un experimento, los sujetos fueron instruidos para aprender una lista de palabras usando un método mnemónico de imágenes (colocando los ítems a ser recordados en lugares de un recorrido a través de las instalaciones de un colegio) mientras simultáneamente siguen un punto de luz (o no). Al llevar a cabo esta tarea de seguimiento concurrente (de la luz) se interrumpía el desempeño de la memoria, relativo al grupo control, pero sólo cuando los sujetos usaban la estrategia mnemónica de imágenes (Nairne, 1996).

Baddeley y Lieberman (1980, cit. en Ruiz-Vargas, 1991) llevaron a cabo el anterior procedimiento y de sus resultados concluyeron que la agenda viso-espacial se basa esencialmente en una codificación espacial. Por otra parte, Logie (1986, cit. en Ruiz-Vargas, 1991) llevó a cabo un experimento acerca de los efectos de los estímulos visuales no atendidos sobre la actividad de las imágenes, en el cuál, observó un efecto que afectaba a la agenda viso-espacial, similar al producido por el habla no atendida sobre el almacén fonológico a corto plazo.

1.6.3. El Ejecutivo Central

Desde el momento en que se propuso el modelo de memoria de trabajo u operativa, Baddeley y Hitch (1974) señalaron que dicho constructo era esencialmente un "espacio de trabajo" que tenía que distribuirse entre las demandas de almacenamiento y procesamiento. Este espacio de trabajo fue considerado "el componente ejecutivo de la memoria operativa" (p. 229)

Además, Baddeley y Hitch (1974) también destacan que el ejecutivo central tiene tanto una función de control (de los sistemas esclavos) como una capacidad limitada que puede dedicarse al procesamiento y al almacenamiento a corto plazo de la información.

A principios de los 80's, Baddeley vuelve a señalar la importancia del ejecutivo central en la memoria de trabajo y apunta también la distinción de dos subsistemas

componentes del ejecutivo central: uno dedicado a la memoria y otro que se ocuparía de la atención consciente (quien sería el responsable de los sistemas esclavos).

Con la publicación de su libro titulado "Working Memory" en 1986, Baddeley conserva a los componentes subsidiarios sin cambios, no así, al ejecutivo central al cuál lo considera ya, como un supervisor que dirige la atención y coordina las actividades de los otros componentes. Su idea anterior respecto del subsistema de memoria en el ejecutivo central ya no la sostiene y el ejecutivo central es presentado sólo como un controlador atencional. Baddeley desarrolla esta conclusión al estudiar que el modelo atencional de Norman y Shallice (1980, cit. en Ruiz-Vargas, 1991) incluye un mecanismo adicional, el sistema atencional supervisor (SAS) el cuál correspondería con el ejecutivo central de la memoria de trabajo.

Debido, posiblemente, a la complejidad del ejecutivo central, y a que "presenta los problemas más difíciles tanto técnica como conceptualmente" (Baddeley, 1986, p.21) y al escaso trabajo experimental, muchos teóricos consideran al ejecutivo central, la dimensión más débil de la teoría de Baddeley. No obstante, es imposible negar la aportación de dicha teoría al entendimiento de la memoria humana.

Con la creación del modelo de MT, se desarrolló una gran cantidad de investigación que tenía como constante la determinación de la capacidad de procesamiento de este tipo de memoria, puesto que la especificación de esta capacidad explicaría gran número de fenómenos, procesos, etc. Además de que permitiría conocer la influencia que tienen factores como la edad, las estrategias, etc. En la determinación de dicha capacidad, los factores que cuentan con mayor sustento teórico y experimental son revisados a continuación con el objetivo de reconocerlos y de esta manera determinar su participación en la capacidad de procesamiento y almacenaje de la MT.

2. CAMBIOS DEL DESARROLLO EN LA CAPACIDAD Y RAPIDEZ DE PROCESAMIENTO

La idea de "capacidad limitada" de la memoria, es una noción central en la teoría del desarrollo y del procesamiento de la información y es una suposición implícita o explícita en casi todas las teorías contemporáneas del desarrollo cognoscitivo en general (Case, 1985; Fischer 1980) y del desarrollo de la memoria en particular (Bjorklund, Muir-Broadbent y Schneider, 1990; Kee, 1994, cit. en Schneider y Bjorklund, 1998).

Esta capacidad, usualmente se refiere a la cantidad de información que puede ser retenida en algún almacén, o al tiempo que la información persistirá en alguno de ellos. Por lo que la reciente tendencia entre los investigadores del desarrollo es determinar "el tipo de relación entre la cantidad de información que una persona puede retener, y la rapidez con que se procesa esa información" además de concretar el efecto de la diferencia de edades en la rapidez del procesamiento, lo cuál tendría un rol central en la discusión de los cambios del desarrollo en la capacidad (Schneider y Bjorklund, 1998).

Dichas diferencias de edad se ven reflejadas, sustancialmente, en la transferencia de información del almacén sensorial al almacén a corto plazo (Leblanc, Muise y Blanchard, 1992; Hoving, Spencer, Robb y Schalte, 1978; Sheingold, 1973). Estas diferencias se manifiestan cuando se comparan los puntajes del recuerdo de ítems obtenidos por participantes de todas las edades, cuando se emplean breves intervalos (p.e. 50 mseg.) de tiempo (demora) entre la presentación del estímulo una señal (que indica que ítems deben recordarse) pero no, cuando se emplean intervalos de demora más amplios (p.e. 100 mseg. o más) aún cuando las diferencias de edad sean significativas. Una explicación para estos resultados es que los niños son menos capaces que los adultos para usar estrategias tales como el repaso visual, la codificación verbal o más recursos atencionales (Hoving et. al; 1978). Sin embargo, también se sostiene que la información se deteriora a una tasa más rápida en los niños que en los adultos, debido a las diferencias de edad, en la rapidez del procesamiento de la información (Le Blanc et al. 1992).

Las diferencias del desarrollo, en la capacidad del almacén a corto plazo, se han estudiado extensamente en una forma u otra, siendo asociadas con procesos

cognoscitivos complejos, con el uso efectivo de estrategias y con diferencias individuales, en una gran cantidad de tareas cognoscitivas y educacionales (Schneider y Bjorklund, 1998).

El establecimiento de estas diferencias hace muy atractiva la interpretación de que la capacidad de la MCP incrementa con la edad, lo cuál sugeriría que esta capacidad es de dominio-general, es decir, que ésta sería indiferente del tipo de información a procesar. Sin embargo, la investigación en las dos pasadas décadas ha dejado claro que la amplitud de la MCP (y de la MT) no solo es afectada por la edad, sino que también, la cantidad de conocimiento que una persona posee sobre la clase de estímulo que tiene que procesar, afecta la amplitud de memoria, puesto que el conocimiento tendría influencia sobre la rapidez de procesamiento.

La evidencia que sustenta tal posición proviene de experimentos que evalúan la amplitud de memoria de niños expertos en ajedrez v.s. niños novatos en ajedrez para posiciones de ajedrez en una tabla y para otros tipos de ítems, como dígitos (Chi, 1978; Roth, 1983; Schneider, Gruber, Gold y Opwis, 1993, cit. en Schneider y Bjorklund, 1998). Los resultados, en general, mostraron que los niños expertos en ajedrez y los adultos tienen altas amplitudes para las posiciones de ajedrez que para los dígitos, lo cuál sugiere que la amplitud de memoria es de dominio-específico, variando entre los participantes con respecto al conocimiento anterior y al material que va a ser recordado. La mejoría que se observa, en relación con la edad, sobre muchas tareas de amplitud de memoria se puede deber a que los niños más grandes tienen una base de conocimiento más amplia que los niños más pequeños (Dempster, 1985).

Parece ser que el conocimiento tiene un gran efecto sobre la amplitud de memoria al incrementar la tasa con la cuál los niños procesan información. Por ejemplo, los adultos y los niños expertos en ajedrez han demostrado procesar información sobre el ajedrez más rápidamente que los novatos en ajedrez y en donde la rapidez de este procesamiento predeciría la amplitud de memoria (Roth, 1983, cit. en Schneider y Bjorklund, 1998).

Está bien establecido que la rapidez del procesamiento de la información incrementa con la edad en un amplio rango de tareas (Case, 1985; Kail, 1991; Kail y

Salthouse, 1994). Las diferencias del desarrollo en este, presumiblemente, proceso de dominio-general explicaría los cambios relacionados con la edad en la amplitud de memoria que son observados en muchos dominios. De hecho, en una extensa revisión (Dempster, 1981) se concluye que un solo factor explicaría las diferencias del desarrollo en el desempeño de la amplitud de la memoria, que es la identificación de un ítem fácil o rápidamente.

Un modelo de MT que considera las diferencias de edad en la amplitud de memoria, primariamente, en términos de rapidez de procesamiento ha sido desarrollado por Baddeley (1986; Baddeley y Hitch, 1974; Hitch y Towse, 1995) Estos autores proponen que la información fonológica es almacenada en el lazo articulatorio en donde los trazos de memoria verbal decaen rápidamente pero, puede ser mantenida en la memoria vía repaso verbal. La investigación ha sugerido que podría haber diferencias del desarrollo en la tasa con la cuál la información decae en la MT (Engle, Fidler y Reynolds, 1981 cit. en Schneider y Bjorklund, 1998), haciendo de la tasa de repaso la razón primaria para las diferencias de edad en la amplitud de memoria. El rápido repaso resulta en mantener más información activa en la MT por largos períodos de tiempo, lo cuál también deriva en mejorar los niveles de amplitud de memoria.

Hay suficiente evidencia que sustenta la posición de Baddeley y Hitch, por ejemplo, se ha identificado una fuerte y positiva relación entre edad, amplitud de memoria y la tasa a la cuál los niños son capaces de identificar palabras (Hitch y Holliday 1983; Hulme, Thompson y Lawrence (1984 cit. en Schneider y Bjorklund, 1998), cuando la velocidad de los adultos para identificar un ítem es lenta y se compara con la de niños de 6 años, sus niveles de amplitud de memoria y MT son recíprocamente bajos (Case, Kurlond y Goldberg, 1982)

En el estudio de Hulme et. al. (1984; cit. en Schneider y Bjorklund, 1989)) se puede observar la relación entre longitud de palabra, tasa de habla y amplitud de memoria. Los resultados arrojaron que a medida que la tasa de habla incrementa, mas palabras son recordadas debido, a que estos dos factores se desarrollan con la edad.

Por otra parte, las diferencias en la tasa de articulación están relacionadas con las diferencias del lenguaje en amplitud de memoria. Por ejemplo, los Chino-parlantes

tienen significativamente amplitudes de dígito más grandes que los Anglo-parlantes (Chen y Stevenson 1988; Geary, Bow-Thomas, Fan y Siegler 1993 cit. en Schneider y Bjorklund, 1998). La ventaja de los Chino-parlantes se debe a las diferencias en que tan rápido se pueden articular palabras número (p. e. "uno", "dos", etc.) en dos lenguajes. Los números en palabras chinas son relativamente cortas y articuladas más rápidamente comparadas con sus correspondientes palabras en inglés, dando como resultado que el repaso verbal sea más eficiente para el habla china que para la inglesa, observándose una mejoría en la amplitud de dígito.

El impacto de las diferencias del lenguaje en la amplitud de la memoria fue también mostrado por un grupo de niños bilingüe (Ellis y Hennelly 1980; cit. en Schneider y Bjorklund, 1998). Estos investigadores tomaron una muestra de niños en, quienes su primer lenguaje fue el Gales y su segundo lenguaje el Inglés y evaluaron sus amplitudes de dígito en ambos lenguajes e hicieron una comparación intraindividual que reveló diferencias significativas de amplitud de dígitos obtenidas a favor del lenguaje Inglés que para el Gales. Dichos resultados podrían parecer sorprendidos o contrarios si se comparan con los obtenidos en el estudio Chino-Inglés, respecto a que los Anglo-parlantes tuvieron menores amplitudes de dígito pero, según Naveh-Benjamin y Ayres (1986) los dígitos requieren diferentes tiempos de pronunciación que dependen del lenguaje, por ejemplo, en Inglés hay sólo palabras monosilábicas en los primeros diez dígitos, mientras que en otros lenguajes hay más dígitos multisilábicos, lo que toma más tiempo articularlos, esto afectaría el repaso vía verbal, afectando la amplitud de dígito, observada en los resultados obtenidos de los niños cuando emplearon idioma Gales.

La rapidez de procesamiento, en términos de la tasa de identificación de un ítem (Dempster 1981) o la tasa de articulación (Hitch y Towse 1995) y la influencia del conocimiento base que incrementa la tasa de procesamiento para el material de dominio-específico, parecen ser la influencia primaria en la amplitud de memoria.

Sin embargo, las diferencias de edad en la rapidez del procesamiento, también están influenciadas por factores de maduración, como la mielinización de las neuronas en la corteza asociativa (Lecours 1975; cit. en Schneider y Bjorklund, 1998) y por factores de experiencia, como la habilidad en un dominio particular o el lenguaje que se habla.

Aún cuando las funciones del procesamiento básico y capacidad de almacenaje de la memoria, aparentemente ya están bien establecidas en la niñez temprana (Flavell, Morrison, Holmes y Haitch, 1974; cit. en Kail y Hogen, 1982), la investigación ha revelado cambios significativos del desarrollo en la memoria infantil cuando: (1) la información sea nueva o no familiar; (2) la tarea involucre memorización intencional como objetivo; (3) se requiera de estrategias de codificación y recuperación para organizar la información y (4) la modificación de estudio o conductas de recuerdo cambien, según las demandas de la tarea.

2.1. Amplitud de Memoria

De los estudios pioneros de aprendizaje serial llevados a cabo por Ebbinghaus (1964) surgió una tarea que fue inicialmente llamada de “amplitud mental” y que a la posteridad cambió a tarea de amplitud de memoria. Esta tarea consiste básicamente en presentarles a los sujetos una lista de ítems (típicamente de 6 a 9 dígitos o letras) y entonces inmediatamente después, se les pide recordar los ítems en el orden en que fueron presentados. Una tarea, modificada de la versión original y un poco más difícil, pero igual de rápida, fue producida también: “tarea inversa de amplitud de memoria” que requiere que los sujetos recuerden los ítems en orden inverso a la forma originalmente presentada. Ha pesar de que los investigadores han variado la modalidad sensorial del estímulo, la forma de requerir la respuesta o el método de puntaje, la tarea ha permanecido esencialmente la misma durante el siglo pasado.

A la par del empleo de esta tarea, surgieron algunas interrogantes sobre la relación de ésta con otras diferencias individuales en el desempeño cognoscitivo, lo que trajo consigo resultados como los de Galton (1887; cit. en Boars y MacLeod, 1996) quién encontró que las amplitudes de memoria en personas con retraso mental es inferior a las amplitudes de personas normales, o especulaciones, como las de Holmes (1871; cit. en Boars y MacLeod, 1996) sobre la amplitud de memoria en el desempeño cognoscitivo, refiriéndolo como un simple “dinamómetro” mental que podría tener aplicaciones en la educación. Por otra parte, Burnham (1888-1889; cit. en Boars y MacLeod, 1996) en una de las primeras revisiones sobre memoria, propone considerar a

la memoria como un test de "fatiga cerebral", además de proponer que se investigue las relaciones entre desempeño de memoria e inteligencia en general.

Estos trabajos permitieron a Binet y Henri (1895; cit. en Boars y MacLeod, 1996) incluir la tarea de amplitud de memoria, aunque fuera como una simple habilidad central, en el primer instrumento desarrollado para identificar niños que no se beneficiaban de la instrucción estándar. Desde este, el primer test de inteligencia (IQ) la amplitud de memoria ha permanecido con un papel central en muchos de los tests de inteligencia y como un examen de estatus mental debido, posiblemente, al hecho de que no es complicado para administrarse, es simple en la forma de puntaje y fácil de entenderse, o al menos así se ha asumido (Boars y MacLeod, 1996)

Algunas revisiones sobre amplitud de memoria, como la de Blankenship's (1938; cit. en Boars y MacLeod, 1996) reportó la alta confiabilidad de la tarea de amplitud de dígito visual y amplitud de dígito auditiva al observar que los coeficientes oscilaban de .68 a .93 y .28 a .80 respectivamente. Sin embargo, al analizar la relación entre la tarea de amplitud de dígito estándar y medidas de inteligencia, las cuatro correlaciones que él encontró fueron muy bajas. En contraste a este resultado, al revisar la tarea inversa de amplitud de dígito, en relación con inteligencia, se produjo un coeficiente de .75

La revisión de Miller y Vernon (1992; cit. en Boars y MacLeod, 1996) también reportó altos coeficientes para las tareas amplitud de dígito visual y auditiva, así como para la tarea de amplitud de letra visual, no obstante según los autores, la baja confiabilidad de la tarea de amplitud de letra auditiva, se pudo deber al hecho de que varias de las letras usadas en la prueba fueron fonológicamente similares, lo que produce interferencia.

Por otra parte, Brener (1940; cit. en Boars y MacLeod, 1996) suministró evidencia que sustentaba la creencia de que las diferencias individuales en amplitud de memoria son consistentes independientemente del material del estímulo y modalidades sensoriales. Dicho autor encontró que los sujetos, cuyas amplitudes de memoria eran grandes para el material presentado visualmente, también presentaban grandes amplitudes para el material presentado oralmente. Así mismo, reportó que los sujetos

quienes se desempeñaban muy bien en tareas de amplitud de memoria con dígitos, de igual manera se desempeñaban en tareas con letras, parches de color, palabras y figuras geométricas comunes. Jensen (1971; cit, en Boars y MacLeod, 1996) reportó resultados similares entre el desempeño en material presentado tanto visual como oralmente, confirmando la confiabilidad de la amplitud de memoria independientemente de modalidades sensoriales.

Boars y MacLeod (1996) sostienen que en la última versión del WAIS-R se corroboran las relaciones entre tests de amplitud de memoria, otros tests de capacidades cognoscitivas y sobre todo CI. En la investigación sobre el WAIS-R se ha demostrado que la amplitud de memoria (Digit Span) es una medida confiable en las diferencias individuales.

Hasta el momento se ha revisado la tarea básica y algunas variantes de ella, empleadas para estudiar las diferencias individuales en memoria y su relación con el resto de las capacidades cognoscitivas. A continuación se presentan algunas de las explicaciones que se han ofrecido para explicar el origen de las diferencias individuales en memoria.

3. DIFERENCIAS INDIVIDUALES EN MEMORIA

Una de las explicaciones que ha recibido gran cantidad de atención, se refiere a la codificación del estímulo la cuál afirma que la amplitud de memoria refleja una capacidad para agrupar o *chunking* los ítems individuales en la lista (Blankenship, 1938; Estes, 1974; Hunt y Lansman, 1975; cit, en Boars y MacLeod, 1996).

Lyon (1977; cit, en Boars y MacLeod, 1996) estudió dicha explicación en dos experimentos. En el primero, los sujetos fueron evaluados a dos diferentes tasas de presentación del ítem: cada segundo (tasa estándar) y a cada tres segundos. Los resultados mostraron que a la tasa de 3 segundos, los sujetos tenían suficiente tiempo para reconocer el ítem y generar un código lingüístico, contrario a la tasa de 1 segundo, donde los sujetos no tenían el suficiente tiempo para repasar los ítems precedentes; Lyon suponía que si las diferencias individuales en la amplitud de memoria son el resultado del repaso o estrategias de *chunking*, entonces el desempeño sobre la tarea con la tasa más rápida de presentación debería ser un pobre predictor del desempeño sobre la tarea a diferencia de la tasa estándar. Sin embargo, la correlación entre las ejecuciones de las dos tareas fue de .82, lo que sugiere que las diferencias individuales están probablemente basadas en otros factores.

En el segundo experimento, nuevamente se aplicó la condición de la tasa estándar pero con los ítems agrupados o *chunking* en números de tres dígitos (p.e. 127) si el agrupar o *chunking* son responsables de las diferencias individuales, se esperaría que una tarea donde estas variables fueron retenidas deberían no estar relacionadas al desempeño en la tarea estándar. La correlación .85 obtenida entre estas dos condiciones, también sugiere que otros factores son los responsables de las diferencias individuales.

Los datos obtenidos en los anteriores experimentos han propiciado el desarrollo de otras explicaciones para las diferencias individuales en memoria como la capacidad del sujeto para identificar un ítem (Huttenlocher y Burke, 1976; cit, en Boars y MacLeod, 1996) o la eficiencia para codificar el orden de los ítems (Martín, 1978; cit, en Boars y MacLeod, 1996). Sin embargo, dichas propuestas aún carecen de suficiente sustento experimental.

Dempster (1981) después de llevar a cabo una revisión extensiva de la literatura en diferencias individuales concluye que, la variable estrategia como el repaso, el agrupar o *chunking* influyen en el desempeño y están relacionados con la edad. Lo que no ha sido convincentemente demostrado, es que cualquiera de estos factores estrategia, sean los responsables de las diferencias individuales entre los individuos de la misma edad, en la amplitud de memoria.

Una explicación alternativa que visualiza las diferencias individuales intra-edad, sostiene que estas pueden ser atribuibles a las diferencias en el uso de estrategias de memoria.

Algunos niños pueden usar estrategias consistentemente y ejecutarlas bien, otros niños de la misma edad pueden usar estrategias pobremente o no usarlas y recordar con inexactitud como consecuencia. Kail (1979; cit. en Kail y Hagen, 1982) evaluó esta hipótesis en niños con edades entre los 8 y los 11 años de edad con una batería de tareas de memoria, que incluyeron tareas para las cuales son apropiadas el uso de estrategias (p. e. la tarea de posición serial) así como tareas que se presume, son relativamente libres de la influencia de estrategias (p.e. los juicios en tareas de recencia). El análisis de los datos reveló el uso de estrategias, en las tres tareas basadas en una estrategia, en los niños de 11 años de edad. En contraste, en los niños de 8 años de edad no se observó el uso efectivo de estrategias.

De esta manera, la "habilidad de estrategia general", aparentemente surge como el origen de las diferencias individuales en memoria, entre los 8 a 11 años de edad; de este modo, a medida que los niños se aproximan a la adolescencia, su aprovechamiento estratégico comienza a ser más consistente para resolver los diferentes problemas de memoria (Kail y Hagen, 1982).

3.1. Cambios en las Estrategias de Memoria Durante el Desarrollo

La mayoría de los investigadores consideran que las estrategias son planes cognoscitivos o conductuales, potencialmente conscientes, deliberados y controlables adoptados para mejorar el desempeño en las tareas de memoria, perfeccionando la codificación, el almacenaje y recuperación de la información. (Pressley; Burkowsky y

O'Sullivan 1985; cit. en Meadows, 1993; Pressley, Forrest-Pressley, Elliot-Faust y Miller, 1985; Pressley y Van Meter, 1993; cit. en Schneider y Bjorklund, 1998).

Antes de continuar con el desarrollo de las diferentes estrategias de memoria, es necesario referirse a las deficiencias de mediación, producción y utilización las cuáles, se ha identificado, afectan el desempeño de la memoria. Esto obedece a que con frecuencia los autores citan las estrategias de memoria acompañadas de dichas deficiencias.

3.1.1. Deficiencias de Mediación, Producción y Utilización

Según Reese (1962; cit. en Schneider y Bjorklund, 1998) una deficiencia mediacional se refiere a la incapacidad de los niños para beneficiarse del uso de una estrategia aún si esta es impuesta en ellos. El término deficiencia de producción, fue propuesto por Flavell (1970) para describir a los niños, que habían sido instruidos para usar una estrategia de manera efectiva, pero no lo usan espontáneamente. La deficiencia de utilización fue identificada por Miller (1990) quien sostiene que este tipo de deficiencia ocurre durante las fases tempranas de la adquisición de estrategias, cuando un niño espontáneamente produce una estrategia apropiada pero no se beneficia de ella, en términos del desempeño de la tarea o experimenta menos beneficio que un niño más grande, al usar la misma estrategia.

Debido a que los niños llegan a usar estrategias antes que otros en algunas tareas, estas tres deficiencias ocurren a diferentes edades en diferentes tareas. Sin embargo, para una estrategia dada, se asume que ocurren en secuencia fija, de este modo, las deficiencias de mediación ocurren primero, seguidas de las deficiencias de producción para finalizar con las deficiencias de utilización (Schneider y Bjorklund, 1998).

Las estrategias de memoria frecuentemente estudiadas en los estudios sobre desarrollo abarcan estrategias de repaso, organización y elaboración, algunas estrategias son las siguientes.

3.1.1.1. Repaso

La investigación en repaso, fue motivada parcialmente por el importante rol que se le asigna tanto en el modelo de memoria multialmacén, como en el de los niveles de procesamiento y por el trabajo que llevó a cabo Flavell (1970) en el que establece que el repaso como estrategia se desarrolla entre los 5 y 10 años.

Flavell, Beach y Chinsky (1966; cit. en Schneider y Bjorklund, 1998) desarrollaron un método para estudiar el aprendizaje de listas para las edades de 5, 7 y 10 años. Los resultados encontrados, demostraron que la producción de la estrategia de repaso aumenta con la edad, la cual fue positivamente relacionada con el nivel de desempeño. En particular, se asume que la frecuencia de repaso determina el desempeño de la memoria.

Sin embargo, posterior investigación por Ornstein, Naus y Liberty (1975; cit. en Schneider y Bjorklund, 1998) cuestiona los resultados de Flavell, para ello, Ornstein y colaboradores usaron un procedimiento de repaso descubierto que requería que los niños repitieran los ítems en voz alta, permitiendo al experimentador determinar exactamente lo que los niños hacían. En sus resultados encontraron que los niños en edad escolar primaria tienden a repasar cada ítem como fue presentado (repaso pasivo) y por otra parte, los niños más grandes repasan cada ítem con varios previamente presentados al actual (repaso acumulativo o activo). Basándose en los anteriores datos, estos investigadores sostienen que los cambios del desarrollo se dan en términos de estilo más bien que de frecuencia de repaso.

3.1.1.2. Organización

Esta estrategia de codificación implica organizar imágenes o palabras dentro de categorías semánticas (Schneider y Bjorklund, 1998) al observar las relaciones significativas entre ítems, tales como las categorías comunes o reglas sintácticas (Meadows, 1993)

Existe una amplia variedad de estrategias que incluyen: la elaboración de imágenes, que consiste en hacer una imagen memorable, en la cual los ítems a aprender interactúan, o la elaboración verbal en la que se crea una oración o historia que incluya los ítems a ser recordados y estrategias en las cuáles se debe tomar la decisión de que ítems son más importantes y estudiarlos primero, a esta estrategia se le conoce como asignación diferencial de esfuerzos. Pero también hay algunas combinaciones complejas de estrategias como el método SQ3R. En este método, el material es primero subrayado, enseguida, los participantes se hacen preguntas y entonces leen el material para aprenderlo, recitan una prueba de memoria y por último, revisan si la información importante ha sido aprendida (Robinson, 1946; cit. en Meadows, 1993)

Las estrategias organizacionales, en los niños preescolares y niños pequeños de escuela primaria muestran una deficiencia de producción, esto es, fallan al usar estrategias de organización cuando se les dan instrucciones "neutrales" (Carr, Kurtz, Schneider, Turner y Borkowsky, 1989; Moely, Olson, Halwes y Flavell, 1969; cit. en Schneider y Bjorklund, 1998). Los niños más grandes agrupan los ítems sobre las bases de su significado y estudian los ítems de la misma categoría juntos, con altos niveles de clasificación y agrupación produciendo altos niveles de recuerdo (Hasselborn, 1992; Schneider, 1986; cit. en Schneider y Bjorklund, 1998). Sin embargo, cuando niños pequeños son instruidos para agrupar los ítems sobre las bases de su significado, pueden usar estrategias organizacionales y mostrar elevados niveles de desempeño de la memoria.

No obstante, altos niveles de desempeño no siempre se acompañan de altos niveles de recuerdo, tales deficiencias de utilización han sido demostradas en varios estudios con preescolares y niños en escuela primaria. Al parecer, el uso de una estrategia organizacional es sólo el primer paso, puesto que desde que los mecanismos de la estrategia son aprendidos, los niños necesitan algún tiempo antes de poder ejecutarla apropiadamente. Típicamente, el uso efectivo y espontáneo de estrategias organizacionales no puede ser observado antes del final de la escuela primaria (Hasselborn, 1992; Schneider, 1986; cit. en Schneider y Bjorklund, 1998). Cerca del cuarto grado de primaria muchos niños, espontánea y sucesivamente emplean estrategias organizacionales a través de una amplia variedad de materiales e

instrucciones como se indica por las substanciales correlaciones entre clasificación, agrupación y recuerdo (Schneider y Bjorklund, 1998)

3.1.1.3. Elaboración

La elaboración involucra la generación de relaciones entre items, con lo cuál se intenta mejorar el aprendizaje de pares asociados (Kee, 1994; Presley, 1982; Rowher, 1973; Schneider y Pressley, 1989; cit. en Schneider y Bjorklund, 1998). De acuerdo a estos autores, la elaboración en aprendizaje de pares de sustantivos se refiere a los procesos de generar un evento que puede servir como el común referente por los miembros de cada par. Más específicamente, la elaboración involucra asociar dos o más items para crear una representación visual o verbal de ellos mismos. Esta es una variante del método de pares asociados en el cuál, a los niños se les presentan pares de sustantivos no relacionados (p. e. gato-manzana libro-carro) para estudiarlos en una prueba de estudio.

También, en los niños pequeños, es poco probable que usen técnicas de elaboración útiles en donde se usa una conexión entre los ítems a ser aprendidos, p.e. yuxtaponiéndolos con una imagen verbal o visual, o asociándolos con una hilera ya aprendida de items o con alguna otra estructura memorizable como la rima o tonada. Estas estrategias son raramente espontáneas y son más frecuentemente observadas en culturas escolarizadas que en no escolarizadas (Hasselborn, 1992, Moely, 1977, Presley, Borkowsky y O'Sullivan, 1985; Rogoff, 1990, Schneider y Pressley, 1989; cit. en Meadows, 1993).

3.1.1.4. Recuperación

Parecido a las estrategias de codificación, las estrategias de recuperación varían considerablemente en complejidad y sofisticación. Las diferencias de edad en el uso efectivo de estrategias de recuperación han sido frecuentemente observadas (Kobasigawa, 1977; Pressley y Macfadyen, 1983; cit. en Schneider y Bjorklund, 1998). Tales autores además, sostienen que hay varias deficiencias potenciales en la recuperación de información en la memoria infantil: 1) los niños frecuentemente fallan al no percibir que las señales de memoria internas y externas son potenciales ayudas de

memoria, 2) pueden carecer de estrategias para localizar la información blanco en la memoria, y 3) no tienen la suficiente experiencia con el problema a evaluar cuando los procesos de búsqueda han terminado.

El estudio de las estrategias dominó el campo del desarrollo de la memoria en las décadas de los 80`s y 90`s. Este dominio se debió en parte a la creencia de que el uso de estrategias producía un mejor desempeño en la memoria. Sin embargo a finales de la década de 1980 esta perspectiva comenzó a ser cuestionada debido a evidencia que sostenía que el desempeño de la memoria en niños no siempre era mejorado por el uso de estrategias por niños pequeños que por niños más grandes comparados estratégicamente (Bjorklund y Bjorklund, 1985; Bjorklund y Harnishfeger, 1987, Miller et. al., 1986; cit. en Schneider y Bjorklund, 1998) dicho fenómeno, que ya hemos mencionado al inicio de este apartado se le conoce como deficiencia de utilización.

El descubrimiento de que las estrategias fallan al intentar mejorar el desempeño de la memoria en niños pequeños y en algunas ocasiones lo impiden, es totalmente contraria a la perspectiva de que el propósito de las estrategias es incrementar la memoria. La explicación para esta discrepancia favorecida por muchos investigadores, es que al ejecutar las estrategias se consume mucho de la capacidad mental limitada de los niños. Como resultado, no tienen suficientes recursos para dedicarlos a la recuperación de items de la memoria (Bjorklund y Coyle, 1995; Miller, 1994; Miller y Seier, 1994; cit. en Schneider y Bjorklund, 1998). Otros factores han sido hipotetizados como responsables de las deficiencias de utilización. Por ejemplo, que los niños más pequeños no pueden ser capaces de inhibir la ejecución de estrategias ineficientes.

Sin embargo, cualquiera que sea la razón, las deficiencias de utilización son reales y son congruentes con la idea de que los niños usan estrategias cada vez más sofisticadas al paso de la edad, mostrando correspondiente mejoría en el desempeño de su memoria.

En la discusión del desarrollo de estrategias, se argumenta que los niños usan una estrategia a la vez, progresando de un estado de menos a más estrategias efectivas. El curso de la investigación ha dejado en claro, sin embargo, que ese no es el caso. Más bien, hay substancial variabilidad inter e intrasujeto en el uso de estrategias, con niños

que usan diferentes estrategias y combinaciones de estrategias en un problema dado. Esta posición ha sido sostenida por Siegler (1995; 1996; cit. en Schneider y Bjorklund, 1998), quien visualiza el desarrollo cognoscitivo no como una serie de pasos de un estado a otro, sino más bien como cambios en la frecuencia con la cuál los niños usan diferentes estrategias. Siegler visualiza los cambios del desarrollo como una serie de ondas sobrelapadas; las estrategias ocurren con diferentes frecuencias sobre el tiempo y compiten una con otra por su uso. Con el tiempo, el uso de estrategias por el niño para resolver un problema típicamente incrementara en eficiencia; reemplazando menos estrategias efectivas; pero estrategias simples y complicadas co-existen en el repertorio cognoscitivo del niño y compiten por su uso. Dependiendo de los aspectos de la tarea, el contexto de aprendizaje y del niño, diferentes estrategias podrían ser usadas en diferentes pruebas.

La evidencia experimental desglosada anteriormente, permite observar la clara conexión entre los cambios relacionados con la edad y las diferencias individuales, lo cuál determina el desempeño de un sujeto en una tarea de amplitud de memoria, y del desempeño de la memoria en general. Es necesario entonces, al referirnos a las diferencias individuales, señalar los cambios relacionados con la edad. Cabe destacar que al menos en memoria infantil, este factor es importante y no así en edad adulta, porque se supone, todos los cambios relacionados con la edad ya han madurado o sean consolidado, por lo que es de esperarse que sea en esta etapa donde el estudio de las diferencias individuales se lleve a cabo de forma más concreta.

3.2. Diferencias Individuales en la Capacidad de MT

Daneman y Carpenter (1980) fueron los primeros en articular una teoría explicando las bases de las diferencias individuales en la capacidad de MT. Ellos, como Baddeley (1986), consideraban a la MT como el lugar donde se procesa la información y los productos parciales o completos son temporalmente almacenados. Adicionalmente, la MT es vista como un "cuello de botella" que tiene una cantidad limitada de recursos atencionales para realizar estas tareas.

Daneman y Carpenter desarrollaron una tarea en la cuál se requería que el sujeto leyera una serie de oraciones y subsecuentemente recordara la última palabra de cada

oración, con la intención de forzar al sujeto a comprender y recordar para así hacerla diferente de una simple tarea de amplitud de palabra. Estos autores midieron la capacidad residual de la MT que el sujeto tenía para almacenar después de que las demandas de procesamiento fueron hechas. Encontrando que el número de palabras recordadas fueron positivamente correlacionadas con puntajes en pruebas estándar de comprensión de lectura. Daneman y Carpenter argumentaron que las diferencias individuales en procesamiento eficiente, fueron los responsables de la correlación entre capacidad de MT y comprensión de lectura.

Salthouse (1992) presenta una posición similar. Este autor sostiene que las diferencias individuales en la capacidad de MT son el resultado de diferencias individuales en las tasas a las cuáles los sujetos activan información almacenada. En un estudio realizado por Carpenter y Just (1989, cit. en Boars y MacLeod, 1996) reportaron que sujetos con grandes capacidades de MT les tomo menos tiempo leer oraciones en comparación con sujetos de menores capacidades de MT. Estos resultados fueron visualizados como la confirmación para la hipótesis de que las DI en procesamiento eficiente es un factor crucial.

A raíz del estudio de Daneman y Carpenter (1980), el foco de atención se ha centrado en estudiar la capacidad de MT para determinar las DI en memoria. Por ello, se han desarrollado una gran serie de tareas que tiene como objetivo determinar los procesos, sistemas y factores que participan en la determinación de dicha capacidad. En el siguiente apartado, se desarrolla el método y los procedimientos empleados para el estudio de la capacidad de MT.

3.2.1. Estudio de la Memoria de Trabajo

Los tests de memoria de trabajo son similares a las tareas de amplitud de memoria en que los sujetos deben recordar una serie de items en orden exacto, pero acompañada con una tarea adicional en la que los sujetos deben transformar información retenida en la MCP (Case, 1985; De Ribaupierre y Bailleux, 1995; Siegel y Ryan, 1988, cit. en Scheneider y Bjorklund, 1998). Por ejemplo, a los niños se les puede dar un conjunto de oraciones a las cuales deben adicionar la palabra final (por ejemplo: el verano es muy _____). Después de completar una cantidad determinada de estas

oraciones, se les pide recordar la palabra final de cada oración en el orden en que les fueron presentadas (Siegel y Ryan, 1989). En general, las tareas de MT muestran el mismo patrón de desarrollo que las tareas de amplitud de memoria de MCP. Sin embargo, el nivel absoluto del desempeño en las tareas de MT es usualmente de cerca de 2 ítems menos que en las tareas de amplitud de MCP (*memory-span tasks*) (Case, 1985).

Cuando una prueba de memoria es usada en ambientes educacionales o clínicos, normalmente es con el objetivo de que nos provea un estimado de la "habilidad de memoria" de una persona. Al hacer uso de estas pruebas, implícitamente, se considera que la memoria es una habilidad unitaria y que el test escogido nos proveerá un estimado exacto de esa habilidad. Sin embargo, hay poca evidencia que sustente la noción de la unitaria habilidad de memoria. Stevenson, Parker y Wilkinson (1975; cit. en Kail y Hagen, 1982) evaluaron 255 niños de 5 años de edad en 11 diferentes tareas de memoria, que incluían amplitud de dígito, recuerdo de historias y recuerdo de imágenes, menos de la mitad de las correlaciones fueron significativas, siendo la correlación media de .14. De igual manera, Kail (1975; cit. en Kail y Hagen, 1982) encontró resultados similares con niños de 9 años de edad, en donde la correlación media entre 8 medidas de memoria fue de .18.

3.2.2. Métodos de Evaluación de la Capacidad de la Memoria de Trabajo

La MT o memoria cognoscitiva es estudiada en el laboratorio, en segmentos de realidad llamados "Tareas" (Tulving, 2000). Una tarea de MT consiste en tres estados:

1. Presentación de algún material al sujeto, usualmente acompañado de instrucciones para después "recordarlo".
2. Un intervalo de retención durante el cuál, el sujeto debe ocuparse en otra actividad mental.
3. Una prueba del conocimiento de los sujetos del material presentado originalmente.

El resultado de la prueba es expresado en términos de alguna medida de la ejecución del sujeto en la prueba. Existe una gran variedad de tareas de MT definidas en

términos de un gran número de posibles variaciones en un rasgo específico de los tres estados de la tarea.

Las tareas pueden variar en género y unidades del material presentado para aprenderse, en los parámetros específicos de la presentación, o en la longitud del intervalo de retención, y en la naturaleza de las actividades "intercaladas" y muchas otras variables independientes. Un rasgo especialmente importante de la tarea, es la naturaleza de la prueba que también puede variar con respecto a las instrucciones que especifican la misión del sujeto. Los tres estados secuenciales de la tarea de memoria estándar corresponden a los tres mayores procesos de memoria: codificación, almacenaje y recuperación. El material usado en estas tareas, consiste usualmente en palabras, imágenes, objetos, rostros y oraciones simples.

Con la anterior estructura estándar de las tareas empleadas en MT, se intenta comprender el funcionamiento y estructura del sistema de memoria, estudiando la naturaleza de los procesos involucrados en el procesamiento de los estímulos. Como resultado de este estudio, se originó una distinción entre almacén pasivo y procesos activos de MT.

Los procesos pasivos de almacenaje se refieren al recuerdo de una cantidad limitada de información (en el mismo formato en la cuál ha sido procesada, almacenada o codificada) por un corto tiempo. Los procesos activos se refieren a las operaciones como la modificación del estímulo, su transformación e integración –que son complementados con información previamente aprendida o recuperada de la MLP–.

Debido a que el estudio de la memoria hoy día ha cambiado a centrarse sobre la naturaleza de los procesos de MT, la mayoría de los investigadores coinciden en evaluar las herramientas que se usan para medir estos procesos. La mayoría de estas herramientas, cuentan con aceptable validez externa e interna y en ocasiones con alta validez ecológica que permite que estas tareas sean más parecidas a las actividades diarias del individuo.

Según Cavallini, Fastame, Cattaneo, Palladino y Vecchi (2002) las tareas que evalúan funciones de la MT son usualmente distinguidas en tres formas; el tipo de

información presentada (verbal VS visuo-espacial), la modalidad de presentación del estímulo (secuencial VS simultáneo) y la naturaleza de los procesos involucrados (almacenaje pasivo VS procesamiento activo)

Algunas de las tareas más representativas usadas en campos clínicos y experimentales para evaluar el almacén de la MT son: *Digit Span (forward)*; *Verbal Span (forward)*; *Corsi Block Test*; y *el Visual Pattern Test (VPT)*.

En el caso de la evaluación de los procesos activos de MT las tareas que son usadas son las siguientes: *Listening Span Test*; *Pseudoword Generation Task*; *WM Matrices Task*; *Belleville's Span Task*; *Object-Elocation Task* (para una mayor revisión consúltese: Cavallini et. al., 2002).

Como se puede observar, la investigación en MT ha logrado establecer que determinadas tareas tienen la facultad de evaluar procesos específicos, no obstante aún no hay un acuerdo sobre cuál de las tareas (que evalúen tanto las demandas de procesamiento como de almacenamiento) es la mejor para medir la capacidad de MT. En efecto, en las investigaciones que se revisan se observa una gran variedad de tareas que, sin embargo, no hacen posible determinar, especialmente en niños, claras diferencias individuales.

Por lo anterior, el objetivo del presente estudio es hacer una revisión de la literatura acerca de las tareas que se emplean para medir la capacidad de la MT, específicamente en aquellas donde se estudia al componente ejecutivo central, lo que proveerá un mayor discernimiento de cuál (es) de ellas es la que mejor describe ya sea diferencias individuales (DI) y diferencias entre sujetos normales y sujetos con posibles alteraciones cognoscitivas, lo cual posibilitaría ampliar o desarrollar aspectos teóricos sobre la MT y/o refinar la metodología sobre la medición de este tipo de memoria

3.3. Metodología

Una revisión de la literatura será conducida para llevar a cabo un análisis de las tareas que se emplean para medir la capacidad de MT.

Con este objetivo se llevó a cabo una investigación computarizada estándar en las bases de datos: *MED LINE*, *EBSCO HOST*, y *PsycINFO*, cubriendo los años Enero 1995 a Septiembre 2005 para identificar estudios que discutan sobre las tareas o medidas de la capacidad o amplitud de la MT, usando combinaciones del término específico [*Individual Differences*] con las palabras claves (*working memory span tasks*, *working memory capacity tasks*, *working memory span measures*, y *working memory capacity measures*). Se limitó la búsqueda a todos los estudios con humanos entre 6 y 18 años que fueran publicados en lenguaje Inglés

Los estudios experimentales o teóricos cumplieron los siguientes criterios para ser incluidos en el presente análisis: a) que se compare directamente medidas de la capacidad de MT, b) que en el trabajo se discutan tareas que intentan determinar la capacidad de MT, y c) que en el estudio se discutan una o más de las siguientes tareas: *reading span task*, *operation span task*, *counting span task*, *antisaccade task*, *stroop task*, *dichotic-listening task*, *continuous performance task (CPT)*, *n-back task* y *go/nogo task*

La razón por la cuál se escogen solo estas tareas, se debe esencialmente, al hecho de que se les considera como herramientas que miden la capacidad de MT, aunque dichas tareas estén sustentadas por diferentes presupuestos teóricos e incluso, se les considere como medidas de dos sistemas cognoscitivos de alto orden, fuertemente interrelacionados pero independientes: memoria y atención.

3.4. Resultados

Realizada la búsqueda, se encontraron un total de 47 artículos, de los cuáles solo 24 cumplieron con los criterios establecidos. El año promedio de publicación fue 2001 y la revista más frecuente fue el *Journal of Experimental Psychology: General* (5

estudios), el *Journal of Memory and Language* (2 estudios) y también el *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition* (2 estudios).

No obstante, solo en los artículos que emplean las tareas de capacidad de lectura, de operación y para contar, participaron sujetos de entre 6 y 18. En el resto de las tareas, la población estudiada es adulta, circunstancia que posiblemente se deba a que solo se escogieron artículos donde explícitamente se discuta el uso de alguna de las tareas que se revisaran aquí para determinar la capacidad de MT, ya que al omitir este criterio, se obtuvo un mayor número de artículos donde se estudia a la población infantil, pero relacionada con otras áreas, como la clínica o con los problemas de aprendizaje y no se discute la capacidad de MT, aunque las tareas que usen, las consideren como medidas de ésta. Debido a ello, las tareas *antisaccade*, *stroop*, *cpt*, *n-back* y *go-nogo* son incluidas aquí, aún cuando la población no haya sido la originalmente requerida, puesto que creemos necesario contar con estos artículos, para cumplir con el objetivo de este trabajo.

A continuación, se describen los artículos empleados para esta revisión son descritos bajo los marcos conceptuales que desarrollaron las tareas que intentan determinar la capacidad de MT.

4. TAREAS QUE MIDEN LA CAPACIDAD DE MT (*WORKING MEMORY SPAN TASKS*)

Debido al rol que se le atribuye a la MT, muchos investigadores consideran que para entender este sistema es necesario estudiarlo por medio tareas, desarrolladas con el objetivo de precisar la amplitud o capacidad de esta memoria en los individuos.

La razón principal por la cuál es importante determinar la capacidad de MT se debe básicamente a que el desempeño de los individuos en estas tareas se relaciona con el desempeño en una gran variedad de tareas cognoscitivas de alto orden, es decir, que las tareas de MT pronosticarían la ejecución de los sujetos en tareas como: lectura, aprendizaje complejo, razonamiento (Daneman y Carpenter, 1980) comprensión de lenguaje, habilidad para seguir direcciones, toma de notas, escritura y otras muchas tareas (Engle, 2001).

En las tareas de MT se requiere que los participantes simultáneamente llevan a cabo las demandas de procesamiento y almacenamiento que se les impone. Generalmente, al participante se le dan items para recordar (almacenamiento) mientras lleva a cabo otra tarea (procesamiento.) Como se puede observar, estas tareas difieren de las medidas tradicionales de la MCP como la amplitud de dígito (*digit span*) o amplitud de palabra (*word span*) en que a los sujetos se les impone una tarea dual (requerimiento simultáneo de procesamiento y almacenaje) y no solo mantener y recordar como en el caso de las tareas de MCP.

El diseño de las tareas de MT esta sustentado en el modelo de memoria de trabajo propuesto por Baddeley y Hitch (1974) principalmente en las demandas que la tarea impone al sujeto y que es concomitante con el espacio de operación y retención de la información en la MT. Se considera que esta simultánea demanda caracteriza a las tareas cognoscitivas complejas (comprensión de lenguaje, aritmética mental, razonamiento, solución de problemas, etc.) de ahí que las tareas de MT se consideren como vaticinas del desempeño de los individuos en la cognición superior.

Miyake (2001) sostiene que aunque las exigencias de procesamiento y almacenaje de las tareas de MT no sean las mismas a las demandas de una actividad en la vida diaria de las personas, en el sentido de lo que se procesa y almacena, las tareas de MT están más relacionadas a las actividades de la vida cotidiana que las tareas de MCP donde sólo se almacena pasivamente.

Debido a estas características, las tareas de MT actualmente se consideran la mejor herramienta para estudiar la función de la MT en la cognición, en las diferencias individuales, en los problemas de aprendizaje, en la clínica, etc., y con diferentes poblaciones.

Son tres las tareas que en principio se desarrollaron para intentar determinar la capacidad de la MT, las cuáles varían en función de la información a procesar y almacenar, de las instrucciones, de los estímulos y de la modalidad. A estas tareas se les conoce como: Tarea de capacidad de lectura (*reading span task*); Tarea de capacidad de operación numérica (*operation span task*) y Tarea de capacidad para contar (*counting span task*.)

Tarea de Capacidad de Lectura (*Reading Span Task*). En esta tarea desarrollada por Daneman y Carpenter (1980), que fue la primera utilizada para medir la capacidad de la MT, a los participantes se les presentaba una serie de oraciones no relacionadas de 13 a 16 palabras de longitud que tenían que leer en voz alta o algunas veces verificar la veracidad de las oraciones (demanda de procesamiento) además de que también se les pedía recordar la última palabra de cada oración (demanda de almacenaje) En este caso, como en casi todas las tareas, la capacidad se determina por el número de palabras que los participantes recuerden. Como se puede observar, la simultánea necesidad de comprender y recordar hace la diferencia con una simple tarea de amplitud de palabra (*word span task*) de MCP.

Tarea de Capacidad de Operación Numérica (*Operation Span Task*). Esta tarea es similar a la anterior, sólo que aquí cambia el estímulo a procesar. Tarea creada por Turner y Engle (1989) en la que se les pide a los sujetos leer en voz alta una serie de parejas operación-palabra como: "¿ $6/2+3=5$? GATO" los participantes tenían que responder a la ecuación como "si" o "no" primero y posteriormente leer en voz alta la

palabra. Después de presentadas las diadas operación-palabra se determina el número de palabras recordadas.

Tarea de Capacidad para Contar (*Counting Span Task*). Propuesta por Case, Kurland y Goldberg (1982) tiene la misma finalidad que las anteriores pero también cambia el estímulo a procesar. A los participantes se les muestra el estímulo blanco que deberán identificar en una serie de estímulos. A continuación se les presenta el estímulo blanco con estímulos distractores en serie de muestras y los sujetos deben identificar el número de blancos en cada muestra. Los participantes deberán recordar el número de blancos en cada muestra.

Pareciera que con esta definición operacional se resuelve el problema de lo que miden las tareas de MT, pero la conceptualización de la capacidad de MT es más compleja. De hecho, actualmente no hay un consenso entre investigadores sobre la definición de la capacidad de MT. Ello se debe al número de supuestos teóricos que intentan explicar en que consiste la capacidad de MT y desde luego, esto ha permitido la creación de muchas tareas que intentan validar los supuestos de estos modelos.

Por lo anterior, es necesario revisar brevemente los modelos más representativos que han surgido recientemente, para conocer los trabajos que han dado sustento a los supuestos teóricos de las tareas que emplean dichos experimentos.

4.1. Modelo de Recursos Compartidos (*Resource-Sharing Model*).

El modelo de Daneman y Carpenter (1980), subraya un inter-juego entre las demandas de procesamiento y almacenaje. En éste, una tarea de amplitud de MT es una medida de la capacidad funcional de recursos cognoscitivos que pueden ser flexiblemente asignados entre el procesamiento y almacenamiento dentro de la MT. Por ejemplo, si un sujeto es hábil en procesamiento numérico, entonces su desempeño en el requerimiento de procesamiento en la tarea de operación numérica consumirá una menor cantidad de recursos cognoscitivos y por lo tanto tendrá una mayor cantidad de recursos disponibles para almacenar el ítem blanco. Si por el contrario, el sujeto no es hábil en procesamiento numérico, entonces la demanda de procesar la operación numérica exigirá mayores recursos y contará con menos de éstos, para dirigirlos al

mantenimiento del ítem blanco, lo cuál repercutiría en los puntajes de la amplitud de la capacidad en esta tarea. Este modelo sostiene que el desempeño en las tareas de capacidad de MT es un reflejo de la cantidad de recursos disponibles después de la demanda de procesamiento que la tarea impone.

4.2. Hipótesis de Cambio de Tarea (*Task-Switching Hypothesis*)

Sugerida por Towse, Hitch y Hutton (2000) puede brindarnos una alternativa al modelo de recursos compartidos, al sustentar que la dificultad de una tarea puede impactar la capacidad de la MT y no la asignación de recursos entre una y otra demanda. Towse, Hitch y Hutton (1998) sostienen que el procesamiento adicional requerido para tareas difíciles, hace más lento éste, lo cuál prolonga el periodo sobre el cuál los *items* pueden ser olvidados, debido a que los sujetos pueden alternar entre la demanda de procesamiento durante la presentación del material y el almacenamiento de los *items*. El factor clave bajo esta perspectiva, es la rapidez de procesamiento si se asume que los estímulos almacenados sobrellevan el olvido durante la fase de procesamiento. De acuerdo a esta interpretación entonces, la duración de la fase de procesamiento determinaría la capacidad de MT.

Towse, et. al. (1998) empleó la tarea de capacidad para contar, la tarea de capacidad de operación numérica y la tarea de capacidad de lectura para analizar los factores temporales (olvido) en la capacidad de MT, variando las demandas de retención de la tarea, mientras se mantienen constante la dificultad de procesamiento. Towse y colaboradores, trabajaron con 67 niños de entre 6 y 11 años de edad con una versión modificada de la tarea de capacidad para contar, diseñada para manipular la retención de los *items* durante la fase de procesamiento. A los niños les fueron presentadas secuencias de tarjetas donde podían observar conjuntos de estímulos blanco (cuadrados) y no blanco (triángulos), los participantes tenían que contar el número de estímulos blanco en cada tarjeta y reportarlos al final de la presentación. En una de dos condiciones, la primera tarjeta contenía un pequeño conjunto de estímulos y la última tarjeta un conjunto grande (p.e. 4, 5 y 7 estímulos blanco en cada tarjeta, acompañados de estímulos no blanco). En la segunda condición, la primera tarjeta contenía un conjunto grande y la última un conjunto pequeño (p.e. 7, 5 y 4 estímulos blanco). Así, estas condiciones tenían la finalidad de hacer las mismas demandas de procesamiento en

términos de dificultad para contar los estímulos blanco. La manipulación de la información, con estas condiciones, afectan el tiempo durante el cuál, los estímulos son almacenados en la MT, puesto que los productos del conteo tienen que ser retenidos, cuando se comienza a contar la primera tarjeta no hay carga de memoria, pero cuando la tarjeta final va a ser contada, los resultados anteriores ya debieron haber sido almacenados. Por lo tanto, cuando la tarjeta final involucra mayor número de estímulos (y por lo tanto mayor cantidad de tiempo) hay un incremento parecido al olvido antes de que el recuerdo comience, debido a que el mantenimiento del estímulo en la memoria se extiende en un mayor período de tiempo, aún cuando el procesamiento cognoscitivo para completar la tarea sea el mismo.

Sus resultados indicaron que la rapidez de conteo de los sujetos se incrementó en la secuencia pequeño-grande (primera condición) esto es, una tarjeta final grande les tomó más tiempo contarla (y por lo tanto, se incrementó la duración de la retención a las respuestas de conteos previos). Tales resultados, permiten observar que el decaimiento en la memoria es un determinante significativo de la capacidad de MT en los niños. Por otra parte, sus resultados no arrojaron diferencias en la capacidad para contar dentro del rango de edad que estudiaron.

Towse, et.al. (1998) empleó el mismo diseño anterior, para la tarea de capacidad de operación numérica y así lograr un efecto parecido. A los sujetos les fue presentado un conjunto de operaciones cortas (p.e. $7+1=$) y largas (p.e. $8+0+3-1=$). Los niños leían el problema aritmético y entonces reportaban verbalmente la respuesta. Después de presentados todos los conjuntos, los niños recordaban las respuestas que habían dicho. El análisis de estos datos, demostró que los sujetos responden más rápidamente a los problemas cortos que a los largos, y contrario a los resultados con la primera tarea, encontraron que la rapidez para responder mejora en función de la edad. Respecto a la exactitud de las respuestas se pudo observar que los sujetos tenían más errores al responder a los problemas largos, lo cuál indica que los niños quienes procesan más rápido tienen mejor capacidad. Por último, la tarea de capacidad de lectura requería que los sujetos completaran la última palabra de listas de oraciones. 65 niños, en 3 grupos de edad (8,9 y 10 años) recibieron conjuntamente con aquella medida, una tarea de procesamiento rápido y una tarea de capacidad para contar con la versión ya antes mencionada. En sus análisis buscaban encontrar una correlación entre estas medidas, no

obstante, no encontraron diferencias en los tiempos para responder a las condiciones de oración corta vs oración larga, tampoco encontraron que la tasa de respuesta mejorara con la edad. No obstante, la capacidad de lectura se vio reducida por grandes intervalos de retención, es decir, cuando los niños reportaban estímulos blanco de listas de palabras de mayor longitud, lo que provocaría que los procesos de recuperación fueran más lentos.

En un intento por obtener una réplica de los resultados antes expuestos, Hitch, Towse y Hutton, (2001) llevaron a cabo un estudio longitudinal con un diseño *test-retest* en el que participaron niños de entre 9 y 11 años, a los cuáles se les aplicó una tarea de capacidad de lectura, una tarea de capacidad de operación numérica, dos tareas de procesamiento rápido, un test de desempeño en lectura (The BAS Word Reading Test) y uno de aritmética (The BAS Basic Number Skills), para determinar la correlación entre estas medidas. Con el análisis de sus datos, se obtuvo la réplica de los resultados obtenidos por Towse, et. al., (1998). No obstante, al hacer un análisis de los puntajes de la tarea de capacidad de lectura por una parte, y por otra, de los puntajes de la tarea de rapidez de lectura de los sujetos, Hitch, et. al., (2001) encontró que únicamente la variable capacidad predice el desempeño de los sujetos en el test de lectura, mejor y con mayor confiabilidad que la variable rapidez, por lo que sostienen que al parecer, la hipótesis de cambio de tarea (*switching-task*) sobre la pérdida de información basada en el tiempo, no provee una explicación completa sobre las limitaciones de la capacidad de MT, concluyendo que puede ser posible crear modelos híbridos entre el modelo de recursos compartidos y el de cambio de tarea y si no, considerar la pérdida de información basada en el tiempo, como una variable de estudio en futuras investigaciones.

Ante tales resultados, el análisis de la variable tiempo en las tareas de MT llevó a emplear una metodología que consiste en evaluar el tiempo que toma dar una respuesta verbalmente (*response-timing*) es decir, analizar las duraciones de la respuesta de recuerdo para clarificar los procesos involucrados en el desempeño de una tarea.

Esta medida intra-tarea, examina los tiempos que toma completar una respuesta verbalmente, la premisa básica de tal metodología, es que el patrón de tiempos de recuerdo puede proveer claves, sobre los procesos que conducen al correcto recuerdo. El

análisis en tal metodología, consiste en evaluar los intervalos preparatorios, las duraciones de las palabras, las pausas inter-palabra y las duraciones de recuerdo, lo cuál nos llevaría a obtener datos sobre los procesos de búsqueda en la memoria, procesos de recuperación, de representación y activación. Con esta metodología, se intenta demostrar que el tiempo de procesamiento y recuerdo es determinado por más, que simplemente una rapidez global de procesamiento (Kail y Salthouse, 1994) y que si diferentes estrategias son usadas, ello puede resultar en diferentes patrones específicos de los tiempos de respuesta.

Cowan, Towse, Hamilton, Sauls, Elliott, Lacey, Moreno y Hitch (2003) evaluaron niños de 9 años de edad en la tarea de capacidad de lectura y en la tarea de capacidad para contar, además de aplicarles una batería de habilidades escolares. En el análisis de los puntajes de la tarea de lectura, encontraron que los intervalos de silencio al recordar los estímulos blanco, indican que ocurre un mayor procesamiento de recuperación que en las tareas de MCP, lo que sugiere que los procesos involucrados en recuerdo son mucho más elaborados. Por otra parte, las pausas inter-palabra tendían a incrementar en los individuos a medida que la longitud de la lista incrementaba, y los niños con baja capacidad demostraron grandes pausas para listas de una longitud particular. El análisis de los tiempos de respuesta en esta tarea predice habilidad lingüística, a comparación de la tarea de capacidad para contar, debido a que sus grandes intervalos de tiempo indicarían procesamiento de información semántica y lingüística

Los resultados reportados por estos estudios, indican que la rapidez general de procesamiento de la información explicaría las DI en capacidad de MT sin embargo, datos obtenidos por Bayliss, Jarrold, Gunn y Baddeley (2003) permiten observar que no solo el procesamiento eficiente sino también, la habilidad para almacenar explicaría el desempeño de niños en tareas de capacidad de MT. Estos autores desarrollaron 4 tareas en las cuáles, el tipo de procesamiento (verbal, visuo-espacial) y el tipo de almacenamiento (verbal, visuo-espacial) en cada tarea fue variado. En dichas tareas se presentaban nueve círculos, cada uno fue numerado del 1 al 9 con los dígitos apareciendo en el centro del círculo, en las 2 tareas que requerían procesamiento verbal, los niños tenían que hacer asociaciones entre nombres de objetos (presentados auditivamente) y el color típicamente identificado con cada objeto (p.e., bananas =

amarillo) al finalizar la presentación, los niños tenían que reportar el número dentro del círculo asociado con el objeto escuchado. En las tareas de procesamiento visuo-espacial, a los niños se les pedía identificar el número dentro del círculo y la ubicación de éste en la pantalla, para su posterior recuerdo. El análisis estadístico de los datos obtenidos de la evaluación de forma independiente de los componentes de almacenaje y procesamiento de cada tarea, revelaron que ambas medidas de estos componentes contribuyen al desempeño de los niños sobre medidas de MT. Sin embargo, este estudio no permite determinar si las limitantes del procesamiento y almacenamiento siguen diferentes trayectorias de desarrollo o lo hacen de manera conjunta, por lo que Bayliss, Jarrold, Baddeley, Gunn y Leigh (2005) llevaron a cabo un análisis, con la finalidad de establecer si la rapidez de procesamiento global que contribuye a los cambios relacionados con la edad, afecta directa o indirectamente los cambios relacionados con otras variables, como la habilidad de almacenaje. A 120 niños, de entre 6 y 10 años de edad se les aplicó de forma independiente medidas de procesamiento eficiente, capacidad de almacenaje, rapidez de repaso y rapidez básica de procesamiento. Para el análisis de los datos obtenidos en cada tarea, emplearon un análisis de factor exploratorio en combinación con un análisis de factor confirmatorio encontrando una relación lineal significativa entre edad y desempeño en cada una de las tareas. Sin embargo, no hallaron alguna relación directa o indirecta de la rapidez de procesamiento y almacenaje pero sí entre edad y almacenaje. Tal evidencia demuestra que tanto rapidez como almacenaje contribuyen independientemente a la varianza relacionada con la edad y a las limitantes del desarrollo en el desempeño de tareas cognoscitivas.

4.3. Perspectiva Basada en la Inhibición (*Inhibition-Based Account*)

Otra propuesta alternativa al modelo de recursos compartidos, sostiene que en vez de visualizar la capacidad de MT como un interjuego entre las demandas de procesamiento y almacenaje en una tarea cognoscitiva compleja, la capacidad de MT puede ser limitada por una habilidad para inhibir información irrelevante. Hasher y Zacks, (1988) la llaman "perspectiva basada en la inhibición" (*inhibition-based account*), estos autores argumentan que si un individuo está equipado con un buen mecanismo inhibitorio pueden restringir el contenido de la MT solo a aquella información que es directamente relevante a la tarea que se está llevando a cabo. Desde esta perspectiva entonces, el cómo manejemos la información contenida en la MT es lo

que determina el eficiente desempeño cognoscitivo de un individuo y no la cantidad de recursos disponibles para la simultánea demanda que impone una tarea compleja de MT.

Actualmente, entre los investigadores aún no hay un acuerdo sobre la perspectiva que mejor explique en que consiste la capacidad de MT, y tampoco sobre la naturaleza (específica o general) de este sistema. No obstante, la conceptualización de los recursos cognoscitivos como capacidades atencionales ha generado gran interés en el ámbito científico, cuestión que puede ser observada en la literatura sobre MT y en la evidencia que sustentan sus creadores, Engle, Kane y Tuholski's (1999).

4.4. Perspectiva del Control de la Atención (*Controlled-Attention View*)

Engle, et. al., (1999) sostienen que la capacidad de MT, medida por las tareas de amplitud, es determinada por la atención en conjunto con la capacidad de la MCP. Los autores sostienen que esta "habilidad de controlar la atención" se caracteriza por ser de capacidad atencional limitada de dominio-general, controlando el procesamiento o sosteniendo la atención sobre la información relevante de la tarea. Esta perspectiva se centra sobre el rol del control ejecutivo (atención controlada) y almacenaje (MCP), más bien que sobre procesamiento y almacenaje. La propuesta sostiene también, que si una tarea de amplitud de MT refleja una habilidad para controlar la atención, entonces la tarea debía ser capaz de pronosticar el desempeño de una persona en una relativamente simple tarea de atención, conocida como tarea antisacade (*antisaccade task*) que requiere procesamiento controlado, deliberado y que no coloca mucha demanda sobre el almacén.

La principal postulación teórica, sostiene que las DI en la capacidad de MT se debe a las diferencias en la habilidad para controlar la atención y de esta manera mantener información en un estado activo para que sea rápidamente recuperable.

Así, la capacidad de MT no está directamente relacionada con la memoria, sino en como se emplea la atención para mantener o suprimir información. Por ejemplo, una gran capacidad de MT puede mantener items activos, como resultado de una gran habilidad para controlar la atención (y así evitar la distracción) y supresión de

información irrelevante, y no por que el almacén de memoria sea muy grande o, porque el individuo sea hábil en alguna área y le dedique menos recursos al procesamiento de la tarea y más al almacenamiento de los items a recordar.

Ya que esta propuesta está más orientada a los recursos atencionales con los que cuentan los individuos, es de esperarse que la interferencia proactiva tenga también un importante papel en el desempeño de la capacidad de MT ya que afecta los puntajes obtenidos en tareas de procesamiento dual (Kane y Engle, 2000). Tales autores llegaron a esta conclusión después de trabajar con sujetos de alta y baja capacidad de MT. De 3 conjuntos de palabras, los dos grupos tenían que recordar palabras de 1 conjunto, inmediatamente después de leer estas palabras a recordar llevaban a cabo otra tarea por 16 segundos, la cuál tenía el objetivo de prevenir el repaso de las 10 palabras. Ambos grupos recordaron cerca del 60% de las palabras pero los sujetos con poca capacidad de MT demostraron mas interferencia proactiva por las otras dos listas. Cuando los dos grupos fueron expuestos a una tarea secundaria que ejecutaron al mismo tiempo (condición que se refiere como carga cognoscitiva). Los individuos con alta y baja amplitud de MT no demostraron ninguna diferencia, lo cuál indica que el desempeño de los sujetos con gran capacidad decrementa bajo carga cognoscitiva, y a los individuos con baja amplitud no les afecta. Este trabajo fue útil debido a que permitió observar que la atención dividida incrementa la interferencia proactiva en personas con gran capacidad de MT, sugiriendo que bajo condiciones normales, estos sujetos controlan su atención para combatir los efectos de la interferencia proactiva. Por otra parte, el hecho de que la carga cognoscitiva no afecte la interferencia proactiva en sujetos con poca capacidad, indica que ellos normalmente no manejan su atención para resistir la interferencia.

Debido a la naturaleza de esta perspectiva, las tareas empleadas para evaluar sus supuestos teóricos, son herramientas consideradas como medidas de la atención, es por ello, que no es raro encontrar en la literatura sobre la capacidad de MT, tareas como la tarea antisacade (*antisaccade task*), tarea stroop (*stroop task*) y tarea de escucha dicótica (*dichotic-listening task*).

Tarea antisacade (*Antisaccade Task*). Con el objetivo de especificar la relación entre capacidad de MT y control atencional o atención ejecutiva, Kane, Bleckley, Conway y Engle, (2001) valoraron a sujetos con baja y alta capacidad de MT en una tarea antisacade (*antisaccade task*). En esta tarea, los sujetos fijan su mirada en la mitad de una pantalla, pero deben responder a un estímulo blanco (en este caso, tenían que identificar una de tres letras, B, P, o R) presentado en un lado o en el otro de la pantalla. Justo después de que el blanco es presentado, una señal que atrae la atención es presentada en lado opuesto donde el estímulo blanco aparecerá. Esta señal predice que el blanco siempre ocurrirá en el lado opuesto de la pantalla. El desempeño ideal en esta tarea, requiere que el sujeto resista la fuerte tendencia a cambiar la atención (así como también mover los ojos o "hacer movimientos "sacádicos") para que la señal capture su atención. En algunas ocasiones también se puede incluir una condición de control *prosacade* en la cuál, la señal que captura la atención ocurre en el mismo lado como un blanco subsecuente. Así, la natural tendencia para ver la señal facilita la ejecución cuando ocurre la condición prosacade pero empeora el desempeño en la condición antisacade. Kane y colaboradores, hipotetizaron que si las DI en la capacidad de MT correspondía a las diferencias en atención ejecutiva, los sujetos con baja amplitud de MT deberían estar más dañados que los sujetos con mucha capacidad por la necesidad de evitar hacer la respuesta conflictiva en la tarea antisacade. Los resultados arrojaron que los dos grupos no difirieron, en tiempo, al identificar los estímulos blanco en la condición prosacade. Pero en la condición antisacade, los dos grupos se desempeñaron con mayor lentitud, aunque el de poca capacidad fue aún más lento. En un segundo experimento, en este mismo trabajo, se emplearon conjuntos más grande de las pruebas y nuevamente se encontró el mismo efecto, pero también se observó que los movimientos de los ojos (sacádicos) seguían el inicio del destello de la señal, los sujetos con poca amplitud, siguieron la tendencia natural de ver en la dirección en que estaba la señal, por el contrario, el grupo con alta amplitud llevó a cabo menos movimientos.

Aunque esta tarea no revela porque la capacidad de MT es limitada en el número de items, o sí refleja conocimiento específico, si es consistente con la idea que sostiene que el factor que subyace las relaciones entre medidas de la capacidad de MT y el desempeño en tareas de cognoscitivas complejas es un sistema de atención ejecutiva de dominio libre, por lo que si los sujetos que poseen diferentes capacidades de MT muestran diferencias en el número de *items* almacenados en varias tareas de memoria se

deberá a un resultado en las diferencias para mantener e inhibir información y evitar la distracción e interferencia.

No obstante, Unsworth, Schrock y Engle (2004) sostienen que los resultados obtenidos por Kane et al. (2001) se pueden ver limitados en su conclusión, respecto a que las diferencias de capacidad en la tarea *antisaccade* son debido a diferencias al controlar la atención, ya que estas diferencias también pueden ser atribuidas a la carga resultante de identificar una letra, porque es posible que la identificación de una letra sea más demandante para los individuos con baja capacidad de MT, lo cuál conduciría a una gran carga atencional y un bajo desempeño en la tarea. Ante tal situación, es difícil concluir que las diferencias en la capacidad de MT, sean el resultado de las diferencias en la capacidad para controlar la atención. Por lo que Unsworth et al. (2004) decidió emplear solo los movimientos de los ojos como la respuesta requerida, para demostrar que el control de la atención es el resultado de las diferencias en la capacidad de MT.

En su primer experimento, intentan examinar si las DI en capacidad de MT se manifiestan en ausencia de una tarea secundaria. A sus participantes, sujetos de entre 18 y 35 años se les evaluó con la tarea de capacidad de operación numérica y posteriormente 2 pruebas *antisaccade* y 2 pruebas *prosaccade*. Sus resultados sugieren que ambos grupos (baja vs alta capacidad) no difirieron en latencia (considerada como el tiempo entre el comienzo del estímulo blanco y el comienzo de la fijación en el área de interés) sobre las pruebas *prosaccade* pero en las *antisaccade*, los sujetos con baja capacidad demostraron latencia significativamente más grandes. En cuanto a los errores de dirección (que se consideran como los movimientos fuera del área de interés después de que la señal apareció en la dirección opuesta al blanco) encontraron que los participantes tuvieron más errores sobre la prueba *antisaccade* que sobre la *prosaccade*, siendo el grupo de baja capacidad con mayor número de errores. Ante tales resultados, queda claro que la respuesta *prosaccade* es automática a una fuerte estimulación exógena ya que no hubo diferencias entre grupos y ambos respondieron más exacta y rápidamente en esta condición que en la *antisaccade*. Es posible observar, entonces que las diferencias en capacidad de MT no son debido a la carga de una tarea de identificación de letras secundaria que se le impone al sujeto.

Aún más, para demostrar que efectivamente el control de la atención es el responsable de las diferencias de capacidad entre grupos, estos investigadores incrementaron la necesidad de tal control pero ahora sobre la prueba *prosaccade*, intercalando pruebas *prosaccade* y *antisaccade* al azar, con el objetivo de que los participantes mantengan activamente el objetivo de cada tarea, lo cuál también implica la supresión activa del objetivo de la tarea previa, de esta manera se demanda control atencional y mantenimiento activo del objetivo de la tarea *prosaccade*. Como en el primer experimento, los participantes fueron más rápidos y exactos sobre la prueba *prosaccade* que sobre la *antisaccade*, pero el grupo de poca capacidad tuvo más errores de dirección que los participantes de alta capacidad, sugiriendo que aquellos son más deficientes en su habilidad para mantener activamente el objetivo de la tarea ante situaciones que involucren competencia de respuestas o interferencia.

Una respuesta antisacadica requiere de dos procesos, la generación y ejecución de una respuesta sacadica voluntaria y la supresión de una respuesta reflejo. Ante tal anotación y los resultados de los anteriores experimentos, surgió la necesidad de responder si la supresión de una respuesta reflejo o la generación y ejecución de una respuesta voluntaria son ambas, o solo una la responsable de las diferencias entre participantes con alta y baja capacidad de MT. Unsworth et al. (2004) sostiene que las diferencias en latencia, son el reflejo de diferencias en la habilidad para generar un movimiento voluntario, argumento que intenta demostrar aplicando a sus participantes 4 tareas, una *antisaccade* y una *prosaccade* de forma tradicional y otras dos modificando la señal, con el objetivo de crear la condición de generar y ejecutar una respuesta en la tarea *prosaccade* y crear también, la condición de inhibir una fuerte respuesta en la tarea *antisaccade* esto es, originar un proceso donde normalmente no se presenta. En sus resultados encontraron diferencias de latencia entre participantes con baja vs alta capacidad que sugieren, se deben principalmente al tiempo necesario empleado para el procesamiento voluntario y no tanto al tiempo necesario para suprimir un movimiento reflejo.

En general, es posible concluir que los dos grupos difirieron solo en la tarea *antisaccade*, lo que sugiere que el grupo de baja capacidad, es deficiente en su habilidad para mantener los objetivos de la tarea en la fase de interferencia, al igual que para suprimir efectivamente información irrelevante a la tarea.

Tarea Stroop (*Stroop Task*). En esta tarea, a los sujetos se les presentan nombres de colores y se les pide nombrar el color de la tinta con la cuál la palabra está impresa. El color de la tinta y la palabra puede ser congruentes (la palabra rojo impresa en color rojo) o incongruentes (la palabra rojo impresa en color azul). Si la palabra y el color de la tinta son incongruentes, hay una fuerte predisposición para responder inapropiadamente, es decir, nombrar la palabra más bien que la tinta con la que está impresa la palabra. El desempeño de la tarea stroop, incide en la atención ejecutiva para mantener el objetivo de nombrar el color de la letra, aún cuando la palabra provoque una fuerte tendencia a nombrar la palabra. Kane y Engle (2003) llevaron a cabo un trabajo con esta tarea, en el cuál variaron el porcentaje de las pruebas de congruencia entre la palabra y el color de la palabra en 0% congruentes, 50% congruentes y 75%. Los autores encontraron que en las condiciones de 0 y 50 % los sujetos con alta y baja capacidad no difirieron, pero en la condición de 75%, los sujetos con baja amplitud hicieron el doble de errores que sus contrarios, así, las diferencias entre estos grupos, no se debe tanto a las diferencias en inhibir en todas las situaciones, sino más bien, que tanto el contexto dificulta el mantenimiento del objetivo de la tarea, porque a mayor congruencia en la prueba, se dificultaba el objetivo de la tarea en el restante 25% incongruente.

Tarea de Escucha Dicótica (*Dichotic-Listening Task*). Esta otra tarea de atención, también ha sido utilizada para evaluar la capacidad de MT, la cuál mide la habilidad de una persona para repetir, en voz alta, palabras presentadas en un oído mientras ignoran información presentada en el otro. Por ejemplo, a un sujeto se le puede decir su nombre en el mensaje que debe ignorar, y al final de la prueba el sujeto debe reportar si escuchó o no su nombre. Conway, Cowan y Bunting (2001) emplearon este diseño y encontraron que el 20% de los sujetos con alta capacidad de MT, reportaron haber escuchado su nombre, por otra parte el 65 % de los sujetos con baja capacidad reportaron haber escuchado su nombre. Este era lo que esperaban, puesto que los sujetos con alta capacidad de MT deberían ser mejores que sus opuestos en ignorar la información distractora.

Determinar a que nivel, y de que naturaleza es la interacción entre memoria y atención es posiblemente, el reto de estas medidas de la capacidad de MT, esta relación está implícita, cuando Engle, (2002) argumenta que el sistema de MT es capaz de

mantener información, rápidamente recuperable, cuando el contexto de la tarea provee información que interfiere con la respuesta correcta en una tarea.

Ya que los resultados de los estudios anteriores permiten observar que la atención e inhibición de la información son variables que también son capaces de establecer la capacidad de MT, es necesario revisar tres de las principales tareas empleadas en el estudio de la atención e inhibición.

4.5. Tareas que Miden Atención e Inhibición.

El empleo de técnicas como los Potenciales Relacionados con Eventos (PRE's) y las de Neuroimagen, como la Tomografía por Emisión de Positrones (TEP) y la Imagen de Resonancia Magnética funcional (IRMf) en la neurociencia cognoscitiva, tienen el objetivo de establecer el tipo de relación entre la actividad cerebral y los procesos psicológicos superiores y su posible origen dentro de la estructura cerebral.

Los PRE's son cambios en la actividad eléctrica del cerebro producidos como consecuencia de estímulos internos o externos (Hillyard y Kutas, 1983). Dichos estímulos generan diferentes ondas cerebrales de polaridad negativa y positiva con diferentes amplitudes y en distintos puntos en el tiempo. Tales ondas son conocidas como componentes, que están relacionados con el procesamiento de la información por diferentes sistemas cognoscitivos como la atención, la inhibición y la memoria.

La razón que motiva la referencia de esta técnica se debe a que, es común encontrarla en la literatura relacionada con el empleo de tareas como la Tarea de Desempeño Continuo, la Tarea N-Atrás y la Tarea Responder/Inhibir.

Tarea de Ejecución o Desempeño Continuo (*Continuous Performance Task, CPT Task*). A esta tarea, generalmente se le considera como una medida de atención sostenida y de vigilancia (Robbins, 2000). La tarea básicamente está diseñada para que el sujeto tome continuamente decisiones sobre la ocurrencia de eventos blancos vs no blancos (estímulos distractores.) Los estímulos son presentados en un monitor, y el sujeto tiene que presionar una tecla únicamente, cuando aparece el estímulo blanco que fue indicado en las instrucciones. Una versión de esta tarea consiste en reportar,

presionando una tecla, el estímulo blanco solo cuando este es precedido por otro estímulo especificado en las instrucciones. El diseño de esta tarea, permite que haya una probabilidad determinada, sobre la aparición o ausencia de un estímulo blanco o un estímulo distractor, lo cuál posibilita determinar la tasa de errores de omisión, de comisión, tasa de comisión y de falsas alarmas de los sujetos (Cohen, 1993)

Empleando esta tarea, con un paradigma Responder/Inhibir (desarrollado más bajo) y la técnica de los PRE's, Tekok-kilic, Shucard y Shucard (2001) evaluaron a 20 sujetos para determinar el efecto de la modalidad del estímulo (visual vs auditivo) y el paradigma responder/inhibir sobre la amplitud, latencia y localización cerebral de un componente conocido como P3 o P300 (asociado con procesos de memoria y atención) bajo 5 diferentes condiciones. Una análisis a través de estas condiciones, les permitió confirmar la distribución antero-posterior de la amplitud de P3, y la latencia y amplitud relacionada con procesos de inhibición.

El empleo de esta tarea, esta básicamente centrado en el estudio de los procesos de atención como se puede observar en gran número de estudios (p.e. Häge, Volz, Gaser, Mentzel y kaiser, 1998; Reinvag, 1998)

Las modificaciones que ha sufrido esta tarea, básicamente han estado dirigidas a cambiar los parámetros del intervalo interestímulo, intraestímulo, número de ensayos, modalidad del estímulo y número de estímulos a ser procesados. El desempeño en esta tarea es sensitivo a estas variables, por lo que se sugiere que esta medida no solo evalúa el factor atencional, si no también variables involucrados en el desempeño de procesos de memoria.

Tarea Responder/Inhibir (*Go/No Go Task*). Tarea básicamente empleada en el estudio de los PRE's, cuenta con una gran similitud con las tarea CPT, de hecho, por las características del diseño se le puede considerar una variante de la tarea de ejecución continua.

En la versión clásica de esta tarea, la mitad de la estimulación requiere una respuesta (*go*) y la otra mitad requiere la supresión (inhibición) de la respuesta (*no go*). Un paradigma variante, consiste en utilizar una señal (*cue*) antes del estímulo *go/nogo*,

esto es, un estímulo señal indica al sujeto que debe prepararse para responder a la estimulación *go*.

Por medio de esta tarea, Jonkman, Lansberger y Stauder (2003) investigaron las diferencias del desarrollo en inhibición y provisión de la respuesta, analizando datos conductuales y PRE's obtenidos de la ejecución de esta tarea en niños. Se analizaron las tasas de falsas alarmas, inatención, impulsividad y tanto amplitud como latencia de los componentes N2 y P3. Respecto de los datos conductuales, sus resultados demuestran que los niños se desempeñaron pobremente en exactitud y obtuvieron mayores latencias al responder al estímulo blanco que los participantes adultos, lo que reflejaría que los niños reaccionan impulsivamente ante estímulos blancos y no blancos. Ante el estímulo no blanco, generalmente se presentarían los componentes N2 y P3, puesto que reflejan inhibición pero en este estudio, únicamente en los niños se presentó el componente N2, lo que indicaría que aún no hay una consolidación total de los procesos de inhibición y atención sostenida dado la falta de un componente.

Tarea N-Atrás o Antes (*N-Back Task*). Una secuencia de letras es presentada a los sujetos y en cada presentación, ellos deben decidir si esa letra es igual a otra, que apareció anteriormente en un lugar determinado de la secuencia (el N puede variar). Esta tarea tiene una fuerte demanda sobre los procesos de almacenaje, ya que los sujetos deben tener constantemente información almacenada en la MT de manera ordenada para llevar a cabo sucesivamente la tarea. No obstante, esta tarea no solo impone estas demandas, por ejemplo, la constante entrada de datos o actualización (*updating*), de la información almacenada en la MT cada que una nueva letra es presentada, en la secuencia, debe ser desplazada o inhibida y otras nuevas adicionadas. Este requerimiento de desplazar o inhibir y adicionar letras, también introduce la necesidad de mantener la ruta del orden temporal, en el que cada letra ocurrió, por que es la letra anterior "n+1" en la secuencia la que debe ser desplazada y otra nueva adicionada. Además, también el sujeto debe identificar el momento (*time-tagging*) en el que la letra ocurrió.

En esta tarea, es también posible observar un proceso de inhibición de la respuesta, ya que si la tarea es una tarea 3-atrás, por ejemplo, podría ocurrir una igualación a la letra reciente que apareció 1-atrás o 2-atrás y sería incorrecto responder a

estas igualaciones. Por lo que el sujeto debe aguardar no hacer una respuesta positiva en estos casos, es decir, inhibir la que puede ser una tendencia natural a responder porque una igualación ha ocurrido y así solo responder a la igualación 3-atrás (Jonides y Smith, 1997.)

Estas últimas 3 tareas, no cuentan con tanto sustento experimental como las 6 primeras respecto que aquellas sean instrumentos que midan la capacidad de MT, si no más bien en la literatura se les considera ya, como medidas de esa capacidad, lo cuál repercute en el presente trabajo pues, a pesar de que efectivamente existe una gran cantidad de estudios que emplean estas últimas 3 tareas con diferentes poblaciones clínicas y distintos grupos de edad, en la mayoría no se discute la validez de estas para determinar la amplitud de MT, ya sea que esta capacidad esta determinada por procesos de atención, memoria o inhibición.

CONCLUSIONES

La generación de artículos en el estudio de la MT, está basada en las dos principales perspectivas que se tienen sobre MT, el interjuego entre procesamiento-almacenamiento y capacidad atencional, como factores que determinan la capacidad de MT en los sujetos.

Esta capacidad determinaría las DI en diversos procesos cognoscitivos como el razonamiento, comprensión, lenguaje, etc., de ahí el gran interés por establecer la mejor medida que precise esta capacidad. No obstante, para poder concretar esto, considero imprescindible visualizar la capacidad de MT como una integración dinámica entre memoria, atención e inhibición. La lectura de este tema de la psicología cognoscitiva, me permite concluir que el intentar explicar por medio de un solo proceso la capacidad de MT, ya no puede ser una posición que se deba seguir manteniendo, debido a la complejidad que representa el constructo.

Con la revisión de estas tareas, se hace necesario considerar la posibilidad de conjuntar las dos principales teorías que intentan explicar la capacidad de MT, por que aunque los dos supuestos han permitido la obtención de resultados en su favor, es evidente que aún no logran conciliar un acuerdo entre los estudiosos de este tema. Las dos teorías no son excluyentes y eso podría ser un reflejo de que se pueden conjuntar los elementos de una y otra, de tal manera que se pueda proveer una base más sólida pero sobre todo mejor estructurada.

Otro aspecto a concretar es la naturaleza de las tareas de MT que predicen el desempeño de los individuos sobre funciones cognoscitivas complejas, sin embargo, aún no queda claro si una sola tarea (p.e. la tarea de amplitud de lectura) pronosticaría el desempeño de los sujetos sólo en la comprensión de lectura (dominio específico) o también en otras áreas como el procesamiento numérico y visuo-espacial (dominio general). Es de este debate teórico, que surge la necesidad de concretar la naturaleza del dominio de la MT puesto que, como es de esperarse, tendría importantes implicaciones en el estudio de las tareas de MT y de la naturaleza misma del sistema. No obstante, la literatura nos permite observar que no hay un acuerdo a este respecto, por ejemplo, Shah y Miyake (1996) demostraron que la tarea de amplitud de lectura correlaciona con

medidas de comprensión de lectura pero no con medidas de habilidad espacial, sin embargo la medida espacial muestra el patrón opuesto. Por otra parte, Turner y Engle (1989) postulan que no solo la tarea de amplitud de lectura sino también la tarea de amplitud de operación (que involucra tanto procesamiento verbal como numérico) vaticinan de manera significativa la habilidad de lectura lo cuál implicaría un dominio general de la MT. De igual manera, la tarea de operación numérica puede predecir el desempeño de un sujeto en la tarea antisaccade (Kane, Bleckley, Conway y Engle, 2001). Evidencia para el dominio específico de la MT proviene también de un estudio por Daneman y Hannon (2001) quienes demostraron que las tareas basadas verbal y numéricamente muestran de alguna forma diferentes patrones de correlaciones con el desempeño en otras tareas cognoscitivas, por ejemplo, la tarea de lectura tiende a ser mejor predictor de la comprensión de lectura que la tarea de operación numérica aún cuando ambas predicen el desempeño en comprensión de lectura.

Dado la naturaleza de estos resultados, y a la compleja condición de las tareas de MT parece que estas, contienen tanto componentes de dominio general como específico (Engle, et. al., 1999.)

La revisión de la literatura sobre capacidad de MT, permite observar claramente que todas las tareas empleadas para medir dicha capacidad, reflejan múltiples constructos y procesos.

Además, tal parece que en los niños, las diferencias tanto individuales como del desarrollo en MT, están determinadas por estrategias de memoria, rapidez de procesamiento, habilidad de almacenamiento y procesos de inhibición.

Y en adultos, el control de la atención determinaría la capacidad de MT, además de predecir el desempeño de estos, en funciones cognoscitivas complejas.

El reto ahora consiste en diseñar una tarea que evalúe la relación entre los procesos involucrados en la capacidad de MT, o un método de análisis para determinar relaciones entre dichos procesos al aplicar medidas independientes a cada proceso.

El primer paso para diseñar una tarea que evalúe memoria, atención e inhibición parece haberlo dado el propio Baddeley (1986) cuando sostiene que el ejecutivo central es un sistema atencional de capacidad limitada que coordinaría los buffers de mantenimiento de la MT y manipularía sus contenidos, al ya aceptar a este ejecutivo como un sistema de atención. El siguiente paso es el fraccionamiento del ejecutivo central al ser conceptualizado también como un "conjunto integrado de procesos de control cognoscitivo" (Wagner, Bunge y Badre 2004). Dichos procesos de control incluirían: la coordinación de tareas duales y de cambio de tarea (manejo de tarea), recuperación de información relevante a la tarea, de la MLP (recuperación controlada, actualización), selección de las respuestas apropiadas (selección), inhibición de respuestas apropiadas (inhibición), resolución de distracción de representaciones que compiten entre sí (resolución de interferencia), transformación, reordenamiento o actualización de información en la MT (manipulación, procesamiento), y evaluación de si la información en la MT encuentra el, o los criterios asociados con el o los objetivos de la tarea que se esta ejecutando (monitoreo).

Este fraccionamiento del ejecutivo central y su conceptualización, proveen de la definición teórica de una tarea de MT, muchos más compleja pero posiblemente con mayor capacidad de medición de la amplitud de MT.

Ante tal definición de la MT pareciera que ninguna tarea, de las revisadas aquí, es capaz de medir la capacidad de la memoria operativa por sí sola, pero cada una de ellas pareciera otorgarnos un estimado de la capacidad del ejecutivo central en sus diferentes funciones, por lo que no debe estimarse su utilidad para ello y para considerarlas como la base de una futura tarea de amplitud de MT que mida cada una de las funciones de este sistema de memoria, o para diseñar un método de análisis de "interacción" entre los puntajes de cada tarea y así determinar la capacidad de la MT.

Por último, las limitaciones de este estudio debido a la población estudiada y a los criterios de inclusión y exclusión de estudios, no me permiten determinar la mejor tarea que mida la capacidad de MT no obstante, si me es posible determinar las diferencias individuales involucradas en la determinación de la capacidad de MT como el uso de estrategias de memoria, la rapidez de procesamiento, la habilidad de

almacenamiento, la inhibición o supresión de información y el mantenimiento del objetivo de una tarea.

El establecimiento de estas diferencias individuales en memoria, así como de las variables externas que afectan la capacidad de la memoria operativa permiten, que en un futuro, se pueda realizar una mayor revisión que incluya otros rangos de edad, otros tipos de poblaciones, con más clases de datos y con tareas no examinadas aquí.

REFERENCIAS

- Atkinson, R., & Shiffrin, R. (1968). Human memory, a proposed system and its control processes. En Spence, K. & Spence J. (Eds.) The psychology of learning and motivation: advances in research and theory Vol. 2 (pp. 85-195). New York: Academic Press
- Baddeley, A. D. (1994). Working memory: The interface between memory and cognition. En Schacter, L. D. & Hitch, G. J. (Eds.) Memory systems 1994. Cambridge, MA: MIT Press.
- Baddeley, A. D. (1992). Working memory. Science, 255, 556-559
- Baddeley, A. D. (1986). Working memory. New York: Oxford University Press
- Baddeley, A. D. (1966) Short-term memory for word sequences as a function of acoustic, semantic, and formal similarity. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 18, 362-365
- Baddeley, A. D. & Hitch, G. (1974) Working memory. En G. A. Bower (Edit.) The psychology of learning and motivation. Vol. 8: Academic Press: Nueva York.
- Baddeley, A. D. & Hitch, G. (1967). Commentary on "working memory". En Gordon, B. (Ed.) Human Memory Basic Processes (pp. 191-241). U.S.A: Academic Press
- Baddeley, A. D., Thomson, N. & Buchanan, M. (1994). Word Length and the structure of short-term memory. En Komatsu, K. L. (Ed.) Experimenting with the mind, Readings in Cognitive Psychology (pp. 141-156). U.S.A: Brooks/Cole Publishing Company
- Bayliss, M. D., Jarrold, C., Baddeley, D. A., Gunn, M. D. & Leigh, E. (2005). Mapping the developmental constraints on working memory span performance. Developmental Psychology, 41, 579-597*
- Bayliss, M. D., Jarrold, C., Gunn, M. D. & Baddeley, D. A. (2003). The complexities of complex span: Explaining individual differences in working memory in children and adults. Journal of Experimental Psychology: General, 132, 71-92*
- Boars, A. D. & MacLeod, M. C. (1996) Individual differences in working memory. En Bjork, L. E. & Bjork, A. R. (Eds.), Memory (pp. 411-422). U.S.A: Academic Press
- Bjork, R. A. (1975). Short-term storage: the output of a processor. En F. Restle; R. M. Shiffrin; N. J. Castelan, H. R; Lindman, & D. B. Pisonin (Eds.) Cognitive theory, Vol. 1, 151-122
- Broadbent, D. E. (1958) Perception and communication. Nueva York, Pergamon Press
- Brown, J. (1958). Some tests of the decay theory of immediate memory. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 10, 12-21

Case, R. (1985). Intellectual Developmental: Birth to Adulthood. New York: Academic Press

Case, R; Kurland, M. & Goldberg, J. (1982). Operational efficiency and the growth of short-term memory span. Journal of Experimental Child Psychology, 33, 386-404*

Cavallini, E., Fastame, C. M., Cattaneo, Z., Palladino, P. & Vecchi, T. (2002). Theoretical and practical aspects of working memory. En Shohov, P. S. (Ed.). Perspectives on Cognitive Psychology (pp. 69-90). New York: Nova Science Publishers, Inc.

Cohen, A. R. (1993). The neuropsychology of attention (critical issues in neuropsychology), Plenum Press, Nueva York.*

Colle, H. A. & Welsh, A. (1976). Acoustic masking in primary memory. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 15, 17-32

Conrad, R. (1964). Acoustic confusions in immediate memory. British Journal of Psychology, 55, 75-84

Conrad, C. (1972). Cognitive economy in semantic memory. Journal of Experimental Psychology. 92, 149-154

Conway, A. R. A; Cowan, N; & Bunting, M. F. (2001). The cocktail party phenomenon revisited: the importance of working memory capacity. Psychonomic Bulletin and Review, 8, 331-335*

Cowan, N., Towse, N. J., Hamilton, Z., Sauls, S. J., Elliott, M. E., Lacey, F. J., Moreno, V. M. & Hitch G. J. (2003). Children's working memory processes: A response-timing analysis. Journal of Experimental Psychology: General, 132, 113-132*

Craik, F. I. M. & Lockhart, R. S. (1972) Levels of processing: A framework for memory research. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 11, 671-684.

Daneman, M. & Carpenter, A. P. (1980). Individual differences in working memory and reading. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 19, 450-466*

Daneman, M. & Hannon, B. (2001). Using working memory theory to investigate the construct validity of multiple-choice reading comprehension tests such as the SAT. Journal of Experimental Psychology: General, 130, 208-223

Dempster, F. N. (1981). Sources of individual and developmental differences. Psychological Bulletin, 89, 63-100

Ellis, C, H; Bennett, C. T; Daniel, C. T; y Rickert, J. E. (1979). Memory: the processing of information. En Walker, L. D. (Ed.) Psychology of learning and memory. U. S. A: Brooks/Cole Publishing Company, Inc.

Engle, W. R. (2002). Working memory capacity as executive attention. Current Directions In Psychological Science. 11, 19-23*

Engle, W. R.; Kane, M. J.; & Tuholski, S. W. (1999). Individual differences in working memory capacity and what they tell us about controlled attention, general fluid intelligence, and functions of the prefrontal cortex. En A. Miyake, & P. Shah (Eds.) Models of Working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control 102-134, New York: Cambridge University Press*

Flavell, J. H. (1970). Developmental studies of mediated memory. En H. W. Reese, & L. P. Lipsitt (Eds.) Advances in child developmental and behavior. New York: Academic Press

Fischer, K. W. (1980). A theory of cognitive developmental: The control and construction of hierarchies of skills. Psychological Review, 87, 477-531.

Galotti, M. K. (1999). Cognitive psychology in and out of the laboratory, second edition. U. S. A: Wadsworth Publishing Company

Haberlandt, K. (1997). Working Memory. En Haberlandt, K. (Ed.) Cognitive Psychology. (pp. 212-234) U. S. A. Allyn & Bacon.

Häger, F.; Volz, P-H; Gaser, C; Mentzel, J. H; Kaiser, A. W; Sauer, H. (1998). Challenging the anterior attentional system with a continuous performance task: A functional magnetic resonance imaging approach. European Archives Psychiatry Clinical Neuroscience, 248, 161-170*

Hasher, L. & Zacks, R. T. (1988). Working memory. comprehension, and aging: A review and a new view. En G. H. Bower (Ed.) The psychology of learning and motivation Vol. 22, 193-255. San Diego, CA: Academic Press*

Hillyard, S. A. y Kutas, M. (1983). Electrophysiology of cognitive processing. Annual Review Psychology, 34, 33-71

Hitch, J. G., Towse, N. J. & Hutton, U. (2001). What limits children's working memory span? theoretical accounts and applications for scholastic development. Journal of Experimental Psychology: General, 130, 184-198*

Hoving, K. L; Spencer, T; Robb, K. Y; & Schulte, D. (1978). En P. A. Ornstein (Ed.) Memory developmental in children. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Howe. J. M. A. (1979) Introducción a la memoria humana. México. Editorial Trillas.

Johnson-Laird, P. N. (1988) El ordenador y la mente. Edit. Paidós. Barcelona, España

Jonides, J; & Smith, E. (1997). The architecture of working memory. en Rugg, M. D. (Ed.) Cognitive Neuroscience: The MIT Press: Cambridge, Massachusetts.*

Jonkman, M. L; Lansberger, M; Stauder, A. E. J. (2003). Developmental differences in behavioral and event-related brain responses associated with response preparation and inhibition in a go/nogo task. Psychophysiology, 40, 752-761*

- Kail, R. (1991). Developmental of processing speed in childhood and adolescence. En H. W. Reese (Ed.) Advances in Developmental and Behavior, Vol. 23, San Diego: CA: Academic Press
- Kail, R. & Hagen, W. J. (1982). Memory in childhood. En Wolman, B. B., Stricker, G., Ellman, J. S., Keith-Spiegel, P., Palermo, S. D. (Eds.) Handbook of developmental Psychology (1982) New Jersey: Prentice-Hall, Incorporation.
- Kail, R. & Salthouse, A. R. (1994). Processing speed as a mental capacity. Acta Psychologica, 86, 199-225*
- Kane, J. M., Bleckley, K. M., Conway, A. R. A. & Engle, W. R. (2001) A controlled-attention view of working memory capacity. Journal of Experimental Psychology: General, 130, 169-183*
- Kane, J. M., & Engle, W. R. (2003). Working-memory capacity and the control of attention: The contributions of goal neglect, response competition, and task set to stroop interference. Journal of Experimental Psychology: General, 132, 47-70*
- Kane, J. M; & Engle, R. W. (2000). Working memory capacity, proactive interference, and divided attention: Limits on long-term memory retrieval. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 26, 336-358*
- LeBlanc, R. J; Muise, J. G; & Blanchard, L. (1992). Backward masking in children and adolescents: Sensory transmission, accrual/rate and asymptotic performance. Journal of Experimental Child Psychology, 53, 105-134
- Lindsay, P.H. & Norman, D. A. (1977). Human information processing: An introduction to psychology. New York: Academic Press
- Meadows, S. (1993). The child as thinker, the developmental and acquisition of cognition in childhood. London, Eng: Routledge, Ed.
- Miller, G. A. (1956) The magical number seven , plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. Psychological Review, 63, 81-97,
- Miyake, A. (2001). Individual Differences in working memory: Introduction to the special section. Journal of Experimental Psychology. General, 130, 163-168
- Murray, D. J. (1968) Articulation and acoustic confusability in short-term memory. British Journal of Psychology, 78, 679-684
- Naveh-Benjamin, M. & Ayres, T. J. (1986). Digit span, reading rate, and linguistic relativity. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 78, 679-684
- Nairne, S. J. (1996). Short- term / working memory. En Bjork, L. E. & Bjork, A. R. (Eds.) Memory. Pp. 101-126. U. S. A. Academic Press

Neath, I. (1998). Current perspectives on immediate memory. En Neath, I. (Ed.) Human memory, an introduction to research, data, and theory. (pp. 81-110) U.S.A. Brooks/Cole Publishing Company.

Norman, D. (1981). Perspectivas en ciencia cognoscitiva. Barcelona: Paidós Ibérica.

Ornstein, P. A. (1978). Introduction: the study of children's memory. En Ornstein, P. A. (Ed.) Memory developmental in children. (pp. 1-20) U. S. A: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers

Pellegrino, J. W. & Glaser, R. (1979). Cognitive correlates and components in the analysis of individual differences. En R. J. Sternberg & D. K. Detterman (Eds.) Human intelligence: Perspectives on its theory and measurement. 61-88, Norwood, NJ, Ablex

Peterson, L. R. & Peterson, M. J. (1959). Short-term retention of individual items. Journal of Experimental Psychology, 61, 12-21

Purdy, E. P., Markham, R. M. Schwartz, L. B., Gordon C. W. (2001). Sensory and short-term or working memory. En Purdy, E. P., Markham, R. M. Schwartz, L. B., Gordon C. W. (Eds.) Learning and memory, segunda edición. U. S. A: Wadsworth, Ed.

Reinvag, I. (1998). Validation of reaction time in continuous performance tasks as an index of attention by electrophysiological measures. Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, V. 20, N. 6, 885-897.*

Riviere, A. (1987). El sujeto de la psicología cognoscitiva. Madrid: Editorial Alianza

Robbins, W. T. (2000). Arousal and attention; psychopharmacological and neuropsychological studies in experimental animals. En Parasuraman, R. (Ed.) The attentive brain. U. S. A: Wadsworth, Ed *

Ruiz-Vargas, J. M. (1991). Psicología de la memoria. Madrid: Editorial Alianza.

Salthouse, T. A. (1992). Influence of processing speed on adult age differences in working memory. Acta Psychologica, 79, 155-170

Schneider, W. & Bjorklund, B. (1998). Memory. En Damon, W., Kuhn, D. & Siegler, S. R. (Eds.), Handbook of Child Psychology, fifth edition, Vol. 2: Cognition, Perception, and Language (pp. 465-510). U. S. A.: John Wiley & Sons Inc.

Shah, P & Miyake, A. (1996). The separability of working memory resources for spatial thinking and language processing: An individual differences approach. Journal of Experimental Psychology: General, 125, 4-27

Sheingold, K. (1973). Developmental differences in intake and storage of visual information. Journal of Experimental Child Psychology, 16, 1-11

Siegel, L. S; & Ryan, E. B. (1989). The developmental of working memory in normally achieving and subtypes of learning disabled children. Child Developmental, 60, 973-980

Sperling, g. (1980). The information available in brief visual presentations. Psychological Monographs, 74, (ahora 498)

Swanson, L. H., Cooney, B. J. & O'Shaughnessy, E. T. (1998). Learning disabilities and memory. En Wong, B. (Ed.) Learning about learning disabilities, second edition. (pp. 107-162) California: Academic Press, Ed.

Tekok-kilik, A., Shucard, L. J. & Shucard, W. D. (2001). Stimulus modality and go/nogo effects on P3 during parallel visual and auditory continuous performance tasks. Psychophysiology, 38, 578- 589*

Towse, N. J; Hitch, J. G; & Hutton, U. (2000). On the interpretation of working memory span adults. Memory & Cognition, 341-348*

Towse, N. J., Hitch, J. G. & Hutton, U. (1998). A reevaluation of working memory capacity in children . Journal of Memory and Language, 39, 195-217

Tulving, E. (2000) Memory. En The Cognitive Neurosciences, second edition. Gazzaniga, S. M. (edit.) Massachusetts Institute of technology

Turner, M. & Engle, R. W. (1989). Is working memory capacity task dependent?. Journal of Memory and Language, 28, 127-154*

Unsworth, N., Shrock, C. J. & Engle, W. R. (2004). Working memory capacity and the antisaccade task: Individual differences in voluntary saccade control. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 30, 1302, 1321*

Wagner, D. A; Bunge, A. S; & Badre, D. (2004). Cognitive control, semantic memory, and priming: Contributions from prefrontal cortex. En The cognitive Neuroscience III. Gazzaniga, S. M. (Edit.): Cambridge, Mass: MIT Press. pp. 709-726

Los artículos empleados en la revisión están indicados con un asterisco al final de la referencia.